

Vivian L. Mendonça

# Biologia

ENSINO MÉDIO  
BIOLOGIA  
2º ANO

Volume  
**2**

MANUAL DO  
PROFESSOR



> Os Seres Vivos

**A J S**





# Biologia



➤ OS SERES VIVOS



**Vivian L. Mendonça**

Licenciada e bacharel em Ciências Biológicas pelo Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo (USP). Mestra em Ciências pelo Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo (USP). Professora da Rede Privada de Ensino na cidade de São Paulo.

3ª edição  
SÃO PAULO  
2016



Mendonça, Vivian L.

Biologia : os seres vivos : volume 2 : ensino médio / Vivian L. Mendonça. -- 3. ed. -- São Paulo : Editora AJS, 2016. -- (Coleção biologia)

Componente curricular : Biologia  
Suplementado pelo manual do professor.  
Bibliografia.

ISBN 978-85-8319-120-9 (aluno)  
ISBN 978-85-8319-121-6 (professor)

1. Biologia (Ensino médio) I. Título.  
II. Série.

16-03584

CDD-574.07

Índices para catálogo sistemático:

1. Biologia : Ensino médio 574.07

### Editores

Arnaldo Saraiva

Joaquim Saraiva

### Apoio administrativo

Elizabeth Portela

José Márcio Teixeira

William Lange

### Apoio digital

Nelson Quaresma

Thiago Ferreira

### Direção editorial

Vivian L. Mendonça

### Gerência editorial

Michelle Beralde

### Produção editorial

Editora AJS

### Pesquisa iconográfica

Cláudio Perez

### Leitura crítica

Carla Newton Scrivano

### Revisão

Janaína L. Andreani Higashi (coordenação)

Vivian Nunes

### Projeto gráfico e capa

Nelson Arruda

Thiago Oliver

### Edição de arte

Nelson Arruda

Thiago Oliver

### Editoração eletrônica

Nelson Arruda

Thiago Oliver

Saguy/Sammartes

### Imagem da capa

Dikky Oesin/Shutterstock



Copyright © 2013 by Editora AJS Ltda.

Rua Xavantes, 719 - sala 632

CEP 03027-000 – São Paulo – SP

Tel.: (11) 2081-4677

Fax: (11) 2081-4677

editora@editoraajs.com.br

site: www.editoraajs.com.br

Impresso no Parque Gráfico da Editora FTD S.A.

CNPJ 61.186.490/0016-33

Avenida Antonio Bardella, 300

Guarulhos-SP – CEP 07220-020

Tel. (11) 3545-8600 e Fax (11) 2412-5375

"Em respeito ao meio ambiente, as folhas deste livro foram produzidas com fibras obtidas de árvores de florestas plantadas, com origem certificada."





## <Prezado Professor>

No sentido de contribuir com seu trabalho em sala de aula, estamos oferecendo-lhe uma coleção de Biologia em três volumes, de aspecto agradável, interessante, ricamente ilustrada e, acima de tudo, atualizada, completa e adequada às necessidades do estudante do Ensino Médio.

Trata-se de um livro dosado, sem excessos, nem faltas. Os conceitos são abordados de modo contextualizado, possibilitando aos estudantes compreender a Biologia como Ciência dinâmica, pois dinâmica é a vida, em constante transformação. Oferecemos sugestões de atividades e leituras que, sob sua orientação, podem contribuir com o desenvolvimento cognitivo dos alunos.

Da mesma forma que os conhecimentos em Biologia estão interligados, existem fortes relações entre essa e as outras Ciências da Natureza (Química e Física), e também com outras áreas, como a Geografia e a Matemática. Além disso, o estudo dos seres vivos ocorre em determinado contexto social, cultural e histórico, o que amplia ainda mais as relações que podemos fazer entre conceitos da Biologia e outros campos do conhecimento. Nesta coleção, essas relações estão presentes nos textos e nas atividades, buscando ampliar a compreensão do mundo.

Nos livros desta coleção, os estudantes são convidados a relacionar conceitos entre si e com observações que fazem em seu cotidiano, na região onde moram. A seleção de temas e sua abordagem também foram feitas com o objetivo de abrir oportunidades de refletir a respeito tanto de sua realidade local quanto global, e de tomar decisões sustentáveis em sua vida, que favoreçam a conservação do meio ambiente e de sua saúde.

Trata-se, enfim, de um livro capaz de ajudar o jovem a conquistar novos espaços com vista na sua formação profissional, mas também capaz de permitir-lhe a utilização prática de seus conhecimentos, como cidadão consciente integrado à sociedade e à natureza.

Ficamos honrados em poder servir como recurso didático e de apoio às suas aulas e estamos à disposição para esclarecimentos, sugestões e críticas. Desejamos estabelecer uma parceria Autor-Professor(a), na promoção de um ensino de Biologia que contribua efetivamente para a formação de cidadãos brasileiros conscientes e responsáveis.

Sucesso!

*A autora e os editores*





# Conheça a estrutura deste livro

## Organização dos temas



Este livro está organizado em 3 unidades temáticas, que iniciam com uma imagem de abertura e uma lista de questões intrigantes, cujas respostas você encontrará ao longo dos capítulos. A lista das unidades e dos capítulos consta do sumário.

Os capítulos estão organizados em itens e subitens numerados, que permitem localizar facilmente os temas. Imagens complementam os textos, para melhor compreensão de cada assunto.

## Glossário etimológico

Compreender o significado de uma palavra é muito melhor do que apenas memorizá-la. Pensando nisso, no final do livro você encontra um glossário etimológico, com o qual é possível compreender a origem e o significado de diversos termos próprios da Biologia.

## Boxes complementares

DIVULGAÇÃO PNLD

## Seções



Para toda regra, há exceção, e essa máxima também vale para a Biologia. Na seção *Vamos criticar o que estudamos?*, alguns assuntos abordados no capítulo são analisados de maneira crítica.

Em *Leitura*, você encontra textos para aprofundamento de um tema, muitas vezes relacionando-o a outras áreas do conhecimento e com assuntos da atualidade. Quando o texto foi retirado de uma obra ou quando foram utilizadas fontes de consulta, elas estão indicadas e, assim, você pode conferir essas referências quando quiser se aprofundar no assunto. Na Ciência também é assim: as informações são sempre fornecidas com base em trabalhos publicados anteriormente. Ao final de cada leitura, são propostas atividades para auxiliar e ampliar a interpretação do texto.

Ao final de cada capítulo, há sugestões de *Atividades* para você resolver no caderno.



### CURIOSIDADE

Aqui você encontra informações interessantes a respeito de um tema abordado no capítulo.



### ATENÇÃO

Lembretes importantes relacionados ao tema estudado são colocados neste box.



### RECORDE-SE

Este box ajuda a relembrar conceitos importantes para o entendimento de um tema.



### MULTIMÍDIA

Dicas de livros, sites e filmes; o ícone indica qual deles está sendo recomendado.



### PENSE E RESPONDA

Questões para você resolver no caderno, usando seus conhecimentos e seu raciocínio.



### REÚNA-SE COM OS COLEGAS

Sugestões de atividades para fazer em equipe, exigindo organização das tarefas e criatividade.

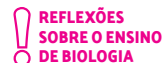
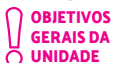


## ATIVIDADE PRÁTICA

Roteiros que envolvem seleção de materiais e sequência de procedimentos, para você e seus colegas realizarem observações, elaborarem e testarem hipóteses ou verificarem experimentalmente determinados fenômenos, sempre sob a supervisão do professor.

## Símbolos nas imagens

Professor: comentários e informações para auxiliarem o seu trabalho em sala de aula estão presentes ao longo dos capítulos, na cor magenta. Os seguintes ícones aparecem como lembretes para consulta ao Manual:



< Esquemas ou ilustrações, em que as cores nem sempre correspondem exatamente às cores reais dos objetos representados, devido à sua finalidade didática.



< Visualização à vista desarmada (a olho nu) – para objetos grandes, até o mínimo de 10 milímetros (mm) em sua maior dimensão.



< Imagem obtida com uso de lupa ou de microscópio estereoscópico de luz – para objetos de 100 mm a 1 mm.

Quando aparecer um dos símbolos abaixo, trata-se de uma micrografia, ou imagem obtida ao microscópio. Utilizamos este símbolo apenas para facilitar a identificação; os microscópios eletrônicos são muito diferentes dos microscópios de luz.



< Imagem obtida ao microscópio de luz, apresentando material tratado com corantes e/ou técnicas especiais – para objetos de 10 mm a 0,01 mm.



< Imagem obtida ao microscópio eletrônico de transmissão, colorizada artificialmente – para objetos de 0,1 mm a 0,0001 mm.



< Imagem obtida ao microscópio de luz, ou óptico, apresentando a cor natural do material – para objetos de 10 mm a 0,01 mm.



< Imagem obtida ao microscópio eletrônico de varredura, colorizada artificialmente – para objetos de 10 mm a 0,0001 mm.

## As figuras estão representadas em diferentes escalas.



^ Este comentário aparece nas imagens que apresentam organismos ou estruturas sem utilizar a mesma escala. Por exemplo: em uma fotomontagem, colocando um gato e um carrapato na mesma escala, seria difícil visualizar o carrapato. Assim, o gato estará representado em uma escala reduzida em relação ao seu tamanho natural, enquanto o carrapato estará em escala ampliada em relação às suas dimensões reais.

## Além do livro...

Você pode conhecer mais a respeito dos temas abordados neste livro por meio das dicas do box *Multimídia* e de pesquisas em jornais, revistas, outros livros e recursos digitais. Buscar novos conhecimentos e compartilhar com os colegas suas descobertas é uma excelente maneira de ampliar sua visão de mundo e exercitar sua autonomia.

Para encontrar informações relevantes e corretas ao fazer uma pesquisa na internet, é fundamental escolher boas referências e tomar alguns cuidados importantes:

- > Escolha um *site* de busca confiável e delimite o assunto a pesquisar, pois quanto mais amplo o tema, maior a dificuldade em encontrar o que deseja.
- > Escolha palavras-chave que levem diretamente ao que deseja saber. Dica: use duas ou mais palavras.
- > Confira se escreveu corretamente as palavras, pois erros ortográficos podem atrapalhar a busca.
- > Tenha instalado no navegador da internet uma ferramenta de segurança contra conteúdos impróprios e vírus.
- > Dê sempre preferência aos *sites* de organizações governamentais, instituições de pesquisa ou ONGs bem estabelecidas, pois elas costumam ser mais exigentes quanto à qualidade de suas publicações.
- > Evite *sites* escritos por indivíduos ou grupos com alguma linha específica de pensamento, pois o conteúdo pode ser de caráter opinativo e não imparcial.
- > Compare as informações encontradas em dois ou mais *sites* para garantir a veracidade dos dados.

Ao fazer uma pesquisa, anote os dados relevantes e registre sempre as fontes de onde foram coletados. Pesquisar além do livro é uma ótima forma de rever conceitos e aprofundar seus conhecimentos.

Veja no Manual mais informações a respeito de pesquisas na internet.





# Sumário

## UNIDADE 1

### Classificação dos seres vivos; biodiversidade I ..... 10

#### Capítulo 1

##### Classificação dos seres vivos ..... 11

##### 1 O que é um ser vivo? ..... 11

##### 2 Classificação dos seres vivos ..... 14

##### 2.1 Cladogramas: representando o parentesco evolutivo em um diagrama ..... 16

##### 3 Reinos de seres vivos ..... 19

##### 4 Proposta do sistema dos três domínios ..... 21

##### VAMOS CRITICAR O QUE ESTUDAMOS? ..... 22

##### LEITURA ..... 23

##### ATIVIDADES ..... 24

#### Capítulo 2

##### Vírus ..... 26

##### 1 Vírus: características gerais ..... 26

##### 1.1 Do que são constituídos os vírus? ..... 27

##### 1.2 Um vírus pode parasitar qualquer tipo de célula? ..... 27

##### 2 Vírus e saúde humana ..... 28

##### 2.1 Gripe e resfriado ..... 29

##### 2.2 Aids ..... 30

##### 2.3 Febre amarela e dengue ..... 32

##### 2.4 Poliomielite ..... 33

##### 2.5 Raiva ..... 34

##### 2.6 Hepatite ..... 34

##### 2.7 Caxumba ..... 35

##### 2.8 Catapora ou varicela ..... 35

##### 2.9 Sarampo ..... 36

##### 2.10 Rubéola ..... 36

##### 2.11 Condiloma acuminado – HPV ..... 36

##### VAMOS CRITICAR O QUE ESTUDAMOS? ..... 37

##### LEITURA ..... 38

##### ATIVIDADES ..... 39

#### Capítulo 3

##### Moneras ..... 40

##### 1 Introdução ..... 40

##### 2 Arqueas ..... 41

##### 3 Eubactérias ..... 42

##### 3.1 Cianobactérias ..... 42

##### 3.2 Bactérias ..... 43

##### 4 Bactérias e saúde humana ..... 47

##### 4.1 Cárie dentária ..... 47

##### 4.2 Disenteria ..... 47

##### 4.3 Meningite ..... 47

##### 4.4 Hanseníase ..... 47

##### 4.5 Tuberculose ..... 48

##### 4.6 Tétano ..... 48

##### 4.7 Cólera ..... 49

##### 4.8 Sífilis ..... 49

##### VAMOS CRITICAR O QUE ESTUDAMOS? ..... 50

##### LEITURA ..... 51

##### ATIVIDADES ..... 52

#### Capítulo 4

##### Protistas ..... 54

##### 1 Termos protista e protoctista ..... 54

##### 2 Protozoários ..... 56

##### 2.1 Protozoários amebóides ..... 56

##### 2.2 Protozoários ciliados ..... 58

##### 2.3 Protozoários flagelados ..... 59

##### 2.4 Protozoários esporozoários ..... 60

##### 3 Protozoários e saúde humana ..... 60

##### 3.1 Disenteria ..... 60

##### 3.2 Doença de Chagas ..... 61

##### 3.3 Malária ..... 62

##### 3.4 Leishmanioses ..... 63

##### 3.5 Tricomoníase ..... 63

|                                              |    |
|----------------------------------------------|----|
| <3.6> Giardíase .....                        | 63 |
| <3.7> Toxoplasmose .....                     | 63 |
| <b>4 Algas</b> .....                         | 64 |
| <4.1> Euglenófitas .....                     | 64 |
| <4.2> Dinoflagelados .....                   | 65 |
| <4.3> Diatomáceas .....                      | 65 |
| <4.4> Feofíceas .....                        | 66 |
| <4.5> Rodofíceas .....                       | 66 |
| <4.6> Clorofíceas .....                      | 66 |
| <b>VAMOS CRITICAR O QUE ESTUDAMOS?</b> ..... | 67 |
| <b>LEITURA</b> .....                         | 68 |
| <b>ATIVIDADES</b> .....                      | 69 |

|                                                          |    |
|----------------------------------------------------------|----|
| <b>Capítulo 5</b>                                        |    |
| <b>Fungos</b> .....                                      | 71 |
| <b>1 Introdução</b> .....                                | 71 |
| <b>2 Estrutura básica de um fungo multicelular</b> ..... | 72 |
| <b>3 Fungos e mutualismo</b> .....                       | 73 |
| <b>4 Fungos e ser humano</b> .....                       | 74 |
| <4.1> Micoses .....                                      | 75 |
| <b>5 Classificação e reprodução dos fungos</b> .....     | 76 |
| <b>VAMOS CRITICAR O QUE ESTUDAMOS?</b> .....             | 78 |
| <b>LEITURA</b> .....                                     | 79 |
| <b>ATIVIDADES</b> .....                                  | 80 |

## UNIDADE 2

### Biodiversidade II: Plantas ..... 81

#### Capítulo 6

##### Grandes grupos de plantas ..... 82

|                                                |     |
|------------------------------------------------|-----|
| <b>1 Classificação das plantas</b> .....       | 82  |
| <1.1> Ciclo de vida das plantas .....          | 83  |
| <b>2 Briófitas</b> .....                       | 84  |
| <2.1> Ciclo de vida das briófitas .....        | 84  |
| <b>3 Pteridófitas</b> .....                    | 86  |
| <3.1> Ciclo de vida das pteridófitas .....     | 87  |
| <b>4 Gimnospermas</b> .....                    | 89  |
| <4.1> Ciclo de vida das gimnospermas .....     | 90  |
| <b>5 Angiospermas</b> .....                    | 92  |
| <5.1> Ciclo reprodutivo das angiospermas ..... | 94  |
| <b>VAMOS CRITICAR O QUE ESTUDAMOS?</b> .....   | 98  |
| <b>LEITURA</b> .....                           | 99  |
| <b>ATIVIDADES</b> .....                        | 100 |

#### Capítulo 7

##### Morfologia e histologia das angiospermas ..... 103

|                                    |     |
|------------------------------------|-----|
| <b>1 Introdução</b> .....          | 103 |
| <b>2 Tecidos permanentes</b> ..... | 104 |

|                                                    |     |
|----------------------------------------------------|-----|
| <2.1> Tecidos de revestimento .....                | 104 |
| <2.2> Tecidos condutores .....                     | 105 |
| <2.3> Tecidos de sustentação .....                 | 106 |
| <2.4> Tecidos de preenchimento .....               | 106 |
| <b>3 Tecidos meristemáticos (meristemas)</b> ..... | 107 |
| <b>4 Germinação da semente</b> .....               | 108 |
| <b>5 Raiz</b> .....                                | 109 |
| <5.1> Raiz subterrânea e suas funções .....        | 109 |
| <5.2> Estrutura interna das raízes .....           | 110 |
| <5.3> Tipos de raiz .....                          | 111 |
| <b>6 Caule</b> .....                               | 114 |
| <6.1> Estrutura interna do caule .....             | 114 |
| <6.2> Tipos de caule .....                         | 115 |
| <b>7 Folhas</b> .....                              | 119 |
| <b>8 Frutos</b> .....                              | 121 |
| <8.1> Pseudofrutos .....                           | 122 |
| <b>VAMOS CRITICAR O QUE ESTUDAMOS?</b> .....       | 123 |
| <b>LEITURA</b> .....                               | 124 |
| <b>ATIVIDADES</b> .....                            | 125 |

## Capítulo 8

### Fisiologia das fanerógamas .....128

- 1** Transpiração e transporte de seiva bruta .....128
- 2** Fotossíntese e transporte de seiva elaborada .....131
- 3** Fotossíntese e respiração .....131

### **4** Movimentos .....132

- ⟨4.1⟩ Tropismos .....132
- ⟨4.2⟩ Nastismos .....136

### **5** Outros hormônios vegetais .....136

### VAMOS CRITICAR O QUE ESTUDAMOS? .....137

### LEITURA .....138

### ATIVIDADES .....141

## UNIDADE 3

## Biodiversidade III: Animais .....143

### Capítulo 9

#### Introdução ao Reino Animal; poríferos e cnidários .....144

#### **1** Animais: classificação e nomenclatura .....144

#### **2** Poríferos .....146

- ⟨2.1⟩ Reprodução das esponjas .....148
- ⟨2.2⟩ Regeneração em esponjas .....149

#### **3** Cnidários .....149

- ⟨3.1⟩ Reprodução dos cnidários .....152
- ⟨3.2⟩ Classificação dos cnidários .....154

### VAMOS CRITICAR O QUE ESTUDAMOS? .....155

### LEITURA .....156

### ATIVIDADES .....157

### Capítulo 10

#### Platelmintos e nematódeos .....159

#### **1** Significados dos nomes .....159

#### **2** Platelmintos .....160

- ⟨2.1⟩ Turbelários .....161
- ⟨2.2⟩ Trematódeos .....163
- ⟨2.3⟩ Cestódeos .....165

#### **3** Nematódeos (Filo Nematoda) .....167

- ⟨3.1⟩ Nematódeos parasitas do ser humano .....168

### VAMOS CRITICAR O QUE ESTUDAMOS? .....173

### LEITURA .....174

### ATIVIDADES .....175

### Capítulo 11

#### Moluscos e anelídeos .....177

#### **1** Moluscos .....177

- ⟨1.1⟩ Organização geral do corpo de um molusco .....178
- ⟨1.2⟩ Diversidade de moluscos .....179

#### **2** Anelídeos .....183

- ⟨2.1⟩ Diversidade de anelídeos .....184

### VAMOS CRITICAR O QUE ESTUDAMOS? .....187

### LEITURA .....188

### ATIVIDADES .....189

### Capítulo 12

#### Artrópodes .....191

#### **1** O maior grupo de seres vivos .....191

#### **2** Características morfológicas .....192

#### **3** Reprodução .....195

#### **4** Desenvolvimento .....196

#### **5** Fisiologia: respiração, circulação e excreção .....198



|                                        |            |
|----------------------------------------|------------|
| <b>6 Grupos de artrópodes</b>          | <b>199</b> |
| <6.1> Insetos                          | 199        |
| <6.2> Crustáceos                       | 203        |
| <6.3> Aracnídeos                       | 204        |
| <6.4> Quilópodes e diplópodes          | 206        |
| <b>VAMOS CRITICAR O QUE ESTUDAMOS?</b> | <b>207</b> |
| <b>LEITURA</b>                         | <b>208</b> |
| <b>ATIVIDADES</b>                      | <b>209</b> |

## Capítulo 13

### Equinodermos; introdução ao filo dos cordados 211

|                                        |            |
|----------------------------------------|------------|
| <b>1 Equinodermos</b>                  | <b>211</b> |
| <1.1> Características gerais           | 212        |
| <b>2 Cordados</b>                      | <b>215</b> |
| <2.1> Urocordados                      | 215        |
| <2.2> Cefalocordados                   | 216        |
| <2.3> Vertebrados ou craniados         | 217        |
| <b>VAMOS CRITICAR O QUE ESTUDAMOS?</b> | <b>219</b> |
| <b>LEITURA</b>                         | <b>220</b> |
| <b>ATIVIDADES</b>                      | <b>221</b> |

## Capítulo 14

### Peixes e anfíbios 223

|                                                            |            |
|------------------------------------------------------------|------------|
| <b>1 Semelhanças entre peixes e anfíbios</b>               | <b>223</b> |
| <b>2 Características específicas dos peixes</b>            | <b>224</b> |
| <b>3 Características dos diferentes grupos de peixes</b>   | <b>228</b> |
| <3.1> Ciclostomos ou ágnatos                               | 228        |
| <3.2> Condrictes                                           | 229        |
| <3.3> Osteíctes                                            | 230        |
| <b>4 Características específicas dos anfíbios</b>          | <b>232</b> |
| <b>5 Características dos diferentes grupos de anfíbios</b> | <b>235</b> |
| <5.1> Anuros                                               | 235        |
| <5.2> Urodelos                                             | 236        |
| <5.3> Ápodas ou gimnofionos                                | 236        |
| <b>VAMOS CRITICAR O QUE ESTUDAMOS?</b>                     | <b>237</b> |
| <b>LEITURA</b>                                             | <b>239</b> |
| <b>ATIVIDADES</b>                                          | <b>242</b> |

## Capítulo 15

### Répteis 245

|                                                           |            |
|-----------------------------------------------------------|------------|
| <b>1 Origem dos répteis</b>                               | <b>245</b> |
| <b>2 Répteis atuais e suas principais características</b> | <b>245</b> |
| <b>3 Anatomia e fisiologia dos répteis</b>                | <b>248</b> |
| <b>4 Grupos atuais de répteis</b>                         | <b>249</b> |
| <4.1> Quelônios                                           | 249        |
| <4.2> Crocodilianos                                       | 250        |
| <4.3> Rincocéfalos                                        | 251        |
| <4.4> Escamosos                                           | 251        |
| <b>VAMOS CRITICAR O QUE ESTUDAMOS?</b>                    | <b>258</b> |
| <b>LEITURA</b>                                            | <b>259</b> |
| <b>ATIVIDADES</b>                                         | <b>260</b> |

## Capítulo 16

### Aves e mamíferos 262

|                                                    |            |
|----------------------------------------------------|------------|
| <b>1 Semelhanças entre aves e mamíferos</b>        | <b>262</b> |
| <b>2 Características específicas das aves</b>      | <b>264</b> |
| <2.1> Sentidos                                     | 266        |
| <2.2> Penas das aves                               | 266        |
| <2.3> Digestão, excreção e reprodução das aves     | 267        |
| <b>3 Classificação das aves</b>                    | <b>268</b> |
| <b>4 Características específicas dos mamíferos</b> | <b>270</b> |
| <b>5 Classificação dos mamíferos</b>               | <b>272</b> |
| <5.1> Prototérios ou monotremados                  | 272        |
| <5.2> Metatérios ou marsupiais                     | 273        |
| <5.3> Eutérios                                     | 273        |
| <b>VAMOS CRITICAR O QUE ESTUDAMOS?</b>             | <b>275</b> |
| <b>LEITURA</b>                                     | <b>277</b> |
| <b>ATIVIDADES</b>                                  | <b>279</b> |

### Glossário etimológico 282

### Índice remissivo 284

### Bibliografia 288

UNIDADE

1

# Classificação dos seres vivos; biodiversidade I

OBJETIVOS  
GERAIS DA  
UNIDADE

ABERTURA  
DA UNIDADE

DIVULGAÇÃO PNLD

Joe McDonald/Getty Images

Ao longo desta unidade, você encontrará respostas para as questões seguintes e muitas outras:

- ◀ Existe algo que seja comum a todos os seres vivos?
- ◀ Quais os critérios que os cientistas usam para classificar os seres vivos?
- ◀ Por que é tão difícil classificar os vírus?
- ◀ Quais são as diferenças entre bactérias e vírus?
- ◀ O que algas e protozoários têm em comum?
- ◀ Qual é a relação entre os fungos e a penicilina?

No solo de uma floresta temperada, no hemisfério Norte, vemos dois animais (a salamandra, que mede cerca de 6 cm de comprimento, e um pequeno aracnídeo), plantas e um fungo (em rosa). O que esses seres vivos possuem em comum?

## capítulo

## 1

## Classificação dos seres vivos

Sendo este o primeiro capítulo do livro, é importante comentar a respeito das imagens de microscopia. Os símbolos que indicam o tipo de microscopia estão apresentados no início do livro e os alunos devem se habituar a eles. A imagem de bactérias mostrada nesta página é uma micrografia eletrônica de varredura, colorizada por meio de software específico.

COMENTÁRIOS  
GERAIS

## 1 O que é um ser vivo?

Todos nós temos uma ideia do que é vida e todos somos capazes de dar exemplos de seres vivos. Os mais populares são, certamente, as plantas, como árvores e samambaias, e os animais, como cavalo, cachorro, jacaré.

Podemos entender vida como sendo o conjunto de caracteres que mantêm os seres em constante atividade.

Essa é uma forma interessante de conceituarmos vida, mas apesar de parecer tarefa simples reconhecer um ser vivo, identificar a vida em alguns seres pode se tornar uma tarefa complexa, principalmente naqueles que são microscópicos, como bactérias e vírus. Algumas bactérias, por exemplo, podem permanecer inativas por vários anos, sob a forma do que chamamos vida latente.

Os seres vivos também foram definidos como seres constituídos por células. Esse enunciado foi proposto no século XIX por Schleiden e Schwann e faz parte da chamada **teoria celular**.

Existem seres **unicelulares**, isto é, formados por uma única célula, enquanto outros são **multicelulares**, que apresentam muitas células. A teoria celular foi elaborada a partir da verificação de que plantas e animais possuem o corpo constituído por células. Com os avanços nos estudos do mundo microscópico, bactérias e outros seres unicelulares foram inseridos na teoria celular. Essa teoria, no entanto, não contempla o grupo dos vírus, que são seres desprovidos de organização celular. Na época das observações que levaram à sua formulação, os microscópios possuíam uma capacidade de aumento e resolução limitadas, e os vírus ainda não eram conhecidos.

Outra definição de ser vivo baseia-se em uma característica existente em bactérias, plantas, fungos, protistas, animais e nos vírus: presença de **ácidos nucleicos**. Não se trata, portanto, de uma característica exclusiva das células, mas que só é observada em seres vivos.

Seres vivos são aqueles que possuem **ácido nucleico**.

Esse é um conceito importante, mas para entendê-lo precisamos saber o que é um ácido nucleico.

Os ácidos nucleicos são substâncias complexas, formadas por numerosos grupos chamados **nucleotídeos**. Cada nucleotídeo é composto por três moléculas: uma de fosfato, uma de açúcar e uma de base nitrogenada.



Photodisc/Arquivo da editora



Eje of Science/Spl/Contrast

Apesar de tão diferentes, o cachorro e as bactérias são **seres vivos** e compartilham várias características.



ATENÇÃO

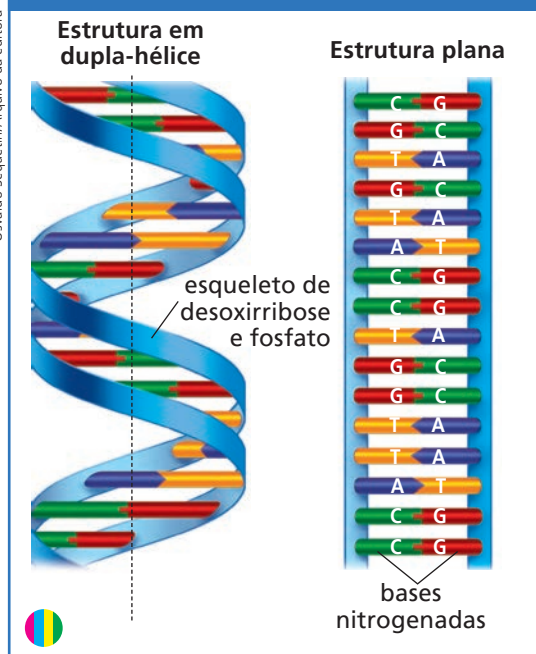
Conceitos representam noções gerais a respeito de algo, o que não significa que essas noções sejam válidas para todos os elementos de um mesmo grupo. Em todos os grupos há exceções, que não negam os conceitos.

A estrutura e a função dos ácidos nucleicos são abordadas com mais detalhes no volume 1 desta coleção e serão retomadas no volume 3. Para o presente volume, não se pretende uma análise detalhada ou aprofundada do DNA e sua natureza química.



## Trecho de molécula de DNA

Oswaldo Sequetin/Arquivo da editora



Existem dois grupos de ácidos nucleicos: o ácido desoxirribonucleico (DNA) e os ácidos ribonucleicos (RNAs), que podem ser de vários tipos. Veja ao lado um esquema representando a molécula de DNA.

De maneira geral, os ácidos nucleicos são responsáveis pelo controle das características e pelo funcionamento das células. No DNA localizam-se os **genes**, regiões que são transcritas em moléculas de RNA atuantes em diferentes processos celulares, especialmente na síntese de proteínas. Por conter os genes, o DNA está relacionado com a transmissão das características hereditárias ao longo das gerações. Além disso, o DNA é responsável por comandar a síntese de proteínas e o processo de divisão celular.

Existem numerosas diferenças entre as células dos diferentes seres vivos e também entre as células de um mesmo indivíduo multicelular. No entanto, é possível afirmar que todas as células têm membrana plasmática, citoplasma e material genético. Esse material genético pode estar contido em uma região da célula delimitada por uma estrutura membranosa chamada **carioteca** (membrana nuclear ou envelope nuclear), formando o **núcleo** da célula, ou pode estar disperso em uma região do citoplasma não delimitada pela carioteca e que se chama **nucleoide**.

^ O **DNA** está aqui representado de acordo com o modelo da dupla-hélice. As bases nitrogenadas do DNA são: adenina (A), timina (T), citosina (C) e guanina (G). O emparelhamento entre elas é específico.

Orientar os alunos a consultarem o glossário etimológico, disponível no final do livro.

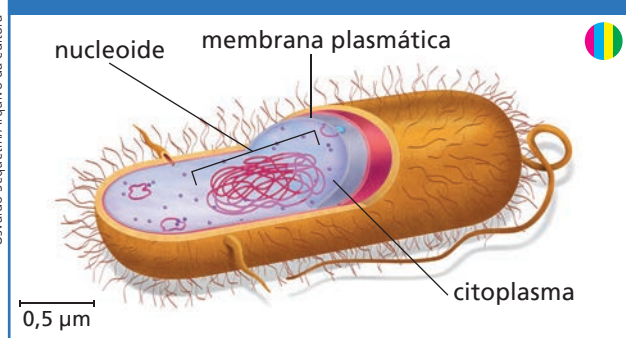
Considerando a presença ou ausência de carioteca, as células são divididas em dois grupos: células com carioteca são chamadas **eucarióticas**, e células sem carioteca são chamadas **procarióticas**.

A etimologia ajuda-nos a ter uma ideia da origem e do significado das palavras e, assim, podemos entendê-las melhor. No entanto, nem sempre ela nos dá a acepção exata. Assim, por exemplo, a etimologia de *procariótica* só é bem entendida quando comparamos com *eucariótica*: seria algo como "célula mais simples do que a eucariótica". Esta, por sua vez, tem etimologia mais precisa: célula com núcleo verdadeiro, significando algo como "núcleo individualizado por carioteca".

Em função de serem constituídos por células eucarióticas ou procarióticas, os seres vivos podem ser classificados, respectivamente, em dois grupos: **eucariontes** e **procariontes**. Os procariontes são, em sua maioria, unicelulares e os eucariontes podem ser uni ou multicelulares. As bactérias são exemplos de procariontes, enquanto plantas e animais são exemplos de eucariontes.

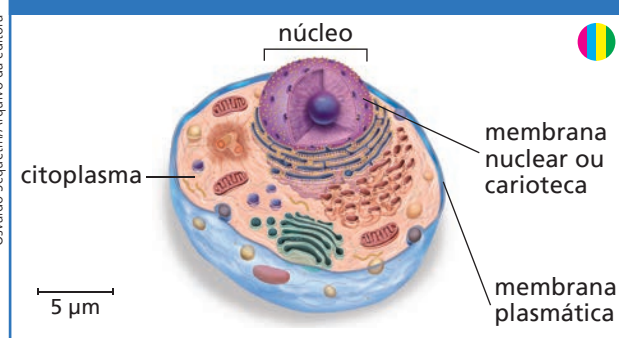
## Célula procariótica

Oswaldo Sequetin/Arquivo da editora



## Célula eucariótica animal

Oswaldo Sequetin/Arquivo da editora



^ Esquemas feitos com base em imagens de microscopia eletrônica, ilustrando uma **célula procariótica** e uma **célula eucariótica** animal, com partes removidas para representar a estrutura interna.

Os seres vivos podem sofrer alterações em seu material genético, chamadas **mutações**, que podem ser transmitidas de um indivíduo para seus descendentes por meio da **reprodução**. Essa transmissão depende da forma de reprodução do ser vivo e do tipo de mutação. Nos seres humanos e em outros mamíferos, por exemplo, as alterações genéticas podem ser transmitidas de pais para filhos quando afetam células da linhagem reprodutiva: os gametas e as células que os originam. Isso acontece em todos os seres com reprodução sexuada, mas, nos que se reproduzem de modo assexuado, as mutações que ocorrem em células somáticas podem ser transmitidas aos descendentes.

As mutações constituem um dos fatores responsáveis pela alteração no patrimônio genético de uma população, o que resulta aumento de variabilidade. Assim, em uma população, os seres vivos não são todos geneticamente idênticos.

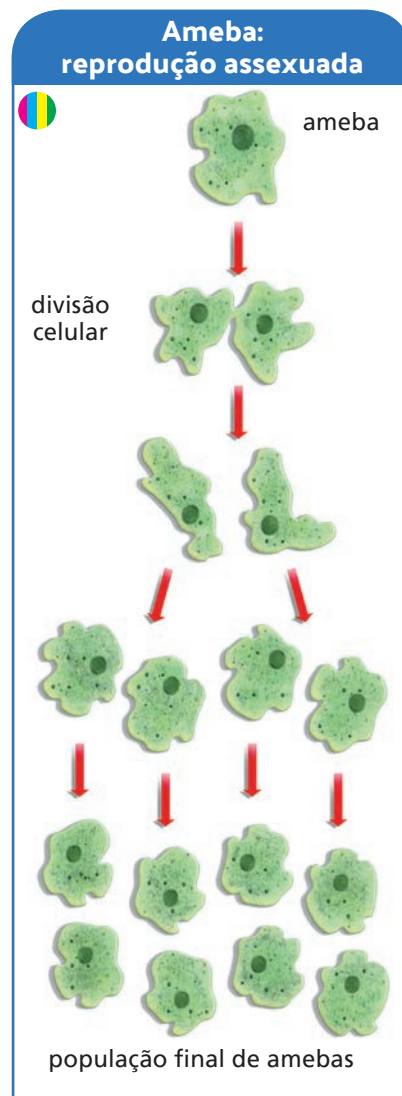
Considere, por exemplo, uma ameba, que é um eucarionte unicelular de água doce. Sob condições favoráveis, a ameba pode sofrer divisão celular, originando dois novos indivíduos; cada um deles cresce e se divide, e assim sucessivamente. Depois de algum tempo, todos os descendentes da ameba inicial formarão uma população, como mostra o esquema ao lado.

Se não ocorrerem mutações genéticas durante a formação dessa população de amebas, ela será composta por clones da ameba inicial, ou seja, todos os indivíduos ali presentes serão idênticos do ponto de vista genético. No entanto, com a ocorrência de mutações genéticas, as amebas dessa população hipotética certamente apresentarão diferenças entre si, como a produção de determinada substância por apenas alguns indivíduos da população.

De modo simplificado, podemos afirmar que as características de um grupo de indivíduos são selecionadas pelas condições do ambiente. Aqueles indivíduos que apresentam características favoráveis à sobrevivência em determinado ambiente têm chances maiores de se reproduzir e deixar descendentes, o que não acontece com aqueles que não possuem tais características. Esse processo, explicado aqui de modo extremamente simplificado, é chamado **seleção natural**.

A ação da seleção natural sobre um grupo de indivíduos modifica a variabilidade do patrimônio genético da população, uma vez que algumas características hereditárias são positivamente selecionadas e outras não. Isso faz com que, ao longo do tempo, os indivíduos apresentem modificações em relação às gerações passadas, podendo formar grupos distintos. Esse processo é chamado **evolução**.

Assim, tratamos aqui de mais duas características dos seres vivos: eles se reproduzem e evoluem ao longo do tempo. A evolução é um fenômeno que resulta na formação de novas espécies. Vamos entender o que é uma espécie no item a seguir.



Esquema representando a formação de uma **população de amebas a partir de um indivíduo**. A ameba é um organismo com cerca de 0,5 mm de diâmetro, quando está com formato arredondado.



### REÚNA-SE COM OS COLEGAS

Charles Darwin e Alfred Russel Wallace foram os cientistas que propuseram, de forma independente, a ideia de **evolução por seleção natural**, em meados do século XIX. Com um colega, busquem informações a respeito desses cientistas, em livros e *sites* de divulgação científica, e escolham uma das biografias para representar, na forma de quadrinhos, texto narrativo ou canção.

Veja comentários no Manual. Esta atividade pode ser realizada em conjunto com a área de Língua Portuguesa.

PENSE E  
RESPONDA

Analisar o diagrama abaixo e responder no caderno: se dois organismos pertencem à mesma ordem, é possível afirmar que eles pertencem à mesma classe? E que pertencem à mesma família? Justifique.

## 2 Classificação dos seres vivos

A área da Biologia que busca classificar os seres vivos de acordo com seu parentesco evolutivo é a **Sistemática**.

A unidade de classificação biológica é a **espécie**, conjunto de organismos semelhantes entre si, que compartilham diversas características exclusivas deles como resultado do processo evolutivo. Essas características podem ser, entre outras, anatômicas, fisiológicas, comportamentais e moleculares. Espécies próximas evolutivamente são agrupadas em **gêneros**, os gêneros em **famílias**, as famílias em **ordens**, as ordens em **classes**, as classes em **filos** (ou **divisões**, em Botânica) e os filos em **reinos**.

### Categorias de classificação



➤ Esquema representando as **categorias de classificação** biológica na forma de conjuntos.

Atualmente, uma categoria superior a reino tem sido considerada: **domínio**. Assim, o domínio passa a ser a categoria de classificação mais ampla, baseada em critérios mais abrangentes.

Existem regras internacionais que estabelecem a maneira como algumas dessas categorias taxonômicas devem ser escritas. Vamos comentar apenas as regras que se referem à espécie.

O nome da espécie é sempre constituído de duas partes, ou seja, é binomial. A proposta da nomenclatura binomial partiu do sueco Carolus Linnaeus, ou Lineu (1707-1778), e é até hoje a forma adotada.

O primeiro nome corresponde ao do gênero e é escrito com letra inicial maiúscula. O segundo é conhecido por **epíteto específico** e forma, com o primeiro, o nome da espécie. O epíteto específico não é usado sozinho e é escrito com letra minúscula.

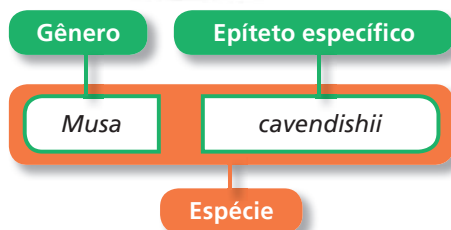
No caso da bananeira (banana-maçã e banana-prata), por exemplo, o nome da espécie é *Musa paradisíaca*. O nome científico é escrito em latim, com letra do tipo *itálico* ou grifado.

Se *Musa paradisíaca* é o nome da espécie, o gênero é *Musa*.

O gênero *Musa* contém outras espécies, como a banana-nanica, por exemplo, cujo nome científico é *Musa cavendishii*.



Photodisc/Arquivo da editora





Considere outro exemplo: o nome científico do feijão comum é *Phaseolus vulgaris*. Isso significa que ele pertence ao gênero *Phaseolus* e à espécie *Phaseolus vulgaris*. Não podemos dizer que a espécie é *vulgaris* porque essa não é a regra – e neste exemplo haveria ainda uma complicação: *vulgaris* é também o epíteto específico de outras espécies, como a beterraba, cujo nome científico é *Beta vulgaris*, e a hidra da espécie *Hydra vulgaris*.

Um exemplo de espécies animais com o mesmo “sobrenome” é o do pássaro saí-andorinha e de um tipo de lagarto. Ambos possuem o mesmo epíteto específico – *viridis*: *Tersina viridis* (uma ave) e *Lacerta viridis* (um réptil).

A partir do século XX, com a teoria da evolução biológica já estabelecida no meio científico, surgiram propostas de classificação baseadas nas relações evolutivas entre espécies. Nesse contexto, desenvolveu-se a **sistemática filogenética**, ou **cladística**, proposta na década de 1960 pelo biólogo alemão Willi Hennig e atualmente utilizada pelos biólogos.

Podemos citar uma diferença entre a tradicional classificação com base no sistema de Lineu, e a cladística: os peixes. Tradicionalmente, os peixes eram classificados como uma classe, dentro do subfilo dos vertebrados. Segundo a análise filogenética, os animais conhecidos como peixes não descendem de um único grupo ancestral comum e exclusivo e, por isso, não compõem uma categoria de classificação. Existem diversos grupos, ou **táxons**, de animais popularmente conhecidos como peixes, cada um deles definido por seu ancestral comum e exclusivo.

A sistemática filogenética trouxe, assim, reformulações no conceito de espécie e nas categorias superiores de classificação. Como essa é uma área relativamente recente da Biologia, e como surgem novos dados para análise a cada dia, as classificações dos seres vivos têm sofrido grandes mudanças, em todos os níveis hierárquicos.



Rasbak/Acervo do fotógrafo

^ *Phaseolus vulgaris*, o feijoeiro. A vagem mede cerca de 15 cm de comprimento.



AGE Fotostock/Grupo Keystone

^ *Beta vulgaris*, a beterraba. A raiz possui cerca de 8 cm de diâmetro.



Sinclair Stammers/SPL/Latinstock

^ *Hydra vulgaris*, animal aquático de vida livre (cerca de 0,5 cm de comprimento).

◀ Ao lado, um casal de saí-andorinha, espécie *Tersina viridis*, e abaixo o lagarto *Lacerta viridis*. Ambos medem cerca de 15 cm de comprimento. A palavra latina *viridis* significa verde; o epíteto específico das espécies se refere, portanto, à cor dos animais. O saí-andorinha macho adulto possui cor azul, mas o macho jovem e a fêmea são verdes. ✓



## PENSE E RESPONDA

Consulte o glossário etimológico e explique em seu caderno o significado do termo **filogenética**.

Filo, do grego *philos* = amigo; relacionado a. Genético, do grego *genes* = origem. Filogenético é o que se refere à história evolutiva dos seres vivos.


**PENSE E  
RESPONDA**

Consulte o glossário etimológico e explique, em seu caderno, por que os **cladogramas** receberam esse nome.

O cladograma é um diagrama em forma de ramos (*clados*), que representa as linhagens evolutivas como ramos que partem de nós.


**ATENÇÃO**

O cladograma é um tipo de **árvore filogenética**, como são chamados genericamente os diagramas que representam filogenias, ou seja, o parentesco evolutivo entre táxons. Os cladogramas seguem os princípios da sistemática filogenética para serem elaborados.

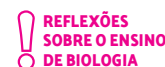

**MULTIMÍDIA**
**Sistemática e evolução para o Ensino Médio**


<<http://www.bdc.ib.unicamp.br/bdc/visualizarMaterial.php?idMaterial=531#Vuhj9mQrLYU>>

Utilize o tutorial interativo do módulo 2, com atividades e simuladores, para compreender os princípios da sistemática filogenética e da construção de cladogramas, que descrevem a evolução dos seres vivos.

Acesso em: 28 mar. 2016.

## 2.1 Cladogramas: representando o parentesco evolutivo em um diagrama



REFLEXÕES  
SOBRE O ENSINO  
DE BIOLOGIA

Seguindo os princípios da sistemática filogenética, as relações evolutivas entre seres vivos são representadas em diagramas especiais chamados **cladogramas**. Existem cladogramas que indicam o parentesco evolutivo entre espécies, mas também é possível construir cladogramas utilizando as outras categorias de classificação.

Para a construção de cladogramas são analisadas, de modo comparativo, diversas características, tais como anatômicas, embriológicas, fisiológicas, comportamentais, moleculares e até mesmo características dos fósseis.

São considerados fósseis quaisquer vestígios da presença de seres vivos em tempos remotos da Terra, como esqueletos petrificados, pegadas de animais extintos, impressão de folhas extintas nos sedimentos e insetos preservados inteiros dentro de âmbar (resina endurecida produzida por certos tipos de pinheiros fósseis).

Nessa análise comparativa, são consideradas as variações dentro de cada uma das características, procurando definir qual variação pode ser considerada uma novidade evolutiva e qual seria a **condição primitiva**, ou seja, já estava presente no grupo ancestral. As novidades evolutivas, ou **condições derivadas**, são consideradas na formação e distinção entre os grupos.

Vamos dar um exemplo hipotético. Suponhamos que estamos estudando um grupo de mamíferos e verificamos que para a característica cor do pelo há duas variações: alguns animais têm pelo preto e outros marrom. De posse dessa informação, nosso próximo passo é saber se a pelagem de cor preta mudou para marrom ou se a pelagem marrom mudou para preta.

Como os cientistas fazem para entender, em relação a uma determinada característica, qual é a condição primitiva e qual é a derivada? Existem diversos métodos de análise e vamos comentar um deles, de modo simplificado, que é a comparação do grupo de estudo, ou grupo interno, com um ou mais grupos externos. São analisados outros grupos de animais com pelo e que tenham surgido primeiro na história evolutiva, para saber qual das cores estava presente na pelagem desses indivíduos. Se for a cor preta, então a cor marrom seria a novidade evolutiva (condição derivada). Se for pelagem marrom, então a cor preta seria a novidade evolutiva. Supondo que nessa análise tenhamos verificado que a cor preta do pelo é a novidade evolutiva, ela será usada para definir um novo agrupamento: o dos animais de pelagem preta. A cor marrom é, portanto, a **condição primitiva** do caráter cor do pelo e a cor preta é a **condição derivada**. Usando raciocínio semelhante a esse para as demais características, podemos saber, para cada uma delas, qual é a condição derivada e qual é a condição primitiva. Então, com base nas condições derivadas observadas em cada grupo analisado, é possível elaborar um cladograma.

Na evolução das espécies pode ter ocorrido perda de características (ou caracteres). Essa perda também é considerada na construção dos cladogramas.

Voltando ao nosso exemplo hipotético, suponhamos que se descubra uma linhagem dos mesmos mamíferos que, pela análise de diversos caracteres, revela-se mais recente na linhagem evolutiva do que os de pelagem preta. No entanto, esses animais, surgidos mais recentemente, possuem pelos de cor marrom. Isso indica que a cor marrom da pelagem teria aparecido de modo independente nessa linhagem recente.



Observe ao lado uma matriz de análise que mostra a relação evolutiva entre três espécies, que vamos chamar de A, B e C. Suponhamos terem sido analisados cinco caracteres, cada um com duas variações. A cor cinza representa a condição primitiva de uma determinada característica e as outras cores representam diferentes condições derivadas.

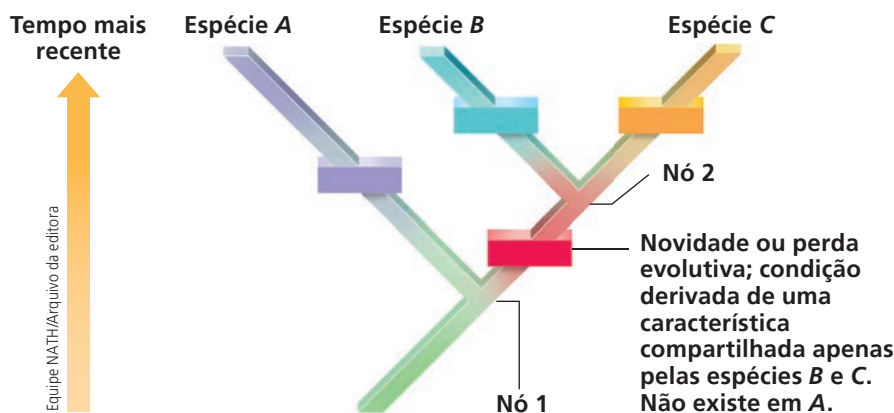
Note que as espécies A, B e C compartilham apenas uma característica, a de número 1. As espécies B e C compartilham, além da característica 1, o caráter de número 3.

Com base nessa matriz, podemos elaborar o diagrama de ramos (clados), que partem de pontos comuns, chamados **nós**. Cada nó representa o **ancestral comum** hipotético das espécies que dele partem. Os grupos que descendem do ancestral são colocados nos **terminais**, que são os ápices dos ramos.

| Característica | Grupo externo | Espécies |   |   |
|----------------|---------------|----------|---|---|
|                |               | A        | B | C |
| 1              |               |          |   |   |
| 2              |               |          |   |   |
| 3              |               |          |   |   |
| 4              |               |          |   |   |
| 5              |               |          |   |   |

Acima, matriz de análise da relação evolutiva entre as espécies A, B e C.

Ao lado, cladograma simplificado mostrando relações de parentesco evolutivo entre as espécies A, B e C.



O cladograma contém muitas informações e, por isso, é importante aprender a interpretá-lo. Observe no cladograma acima que os grupos representados por B e C possuem um ancestral comum (nó 2) que não é compartilhado com A. O parentesco evolutivo entre os grupos B e C é, portanto, mais próximo do que o parentesco entre A e B ou entre A e C. Grupos que compartilham um mesmo ancestral comum exclusivo são chamados **grupos-irmãos**. Assim, B e C são grupos-irmãos.

Todos os ramos que partem de um mesmo nó formam um **grupo monofilético**. Assim, todos os grupos-irmãos são monofiléticos.

Vamos analisar agora o cladograma a partir do nó 1, que dá origem ao ramo da espécie A e ao ramo que originou B e C. Assim, A e (B + C) compõem um grupo monofilético. Analisando agora o nó 2, notamos que dele partem apenas os ramos que originaram B e C. Assim, B e C formam outro grupo monofilético dentro do grupo monofilético maior formado a partir do nó 1. Há, no cladograma, portanto, grupos monofiléticos dentro de outros grupos monofiléticos maiores.

Observe também que a posição do nó 1 e a posição do nó 2 indicam uma relação de tempo evolutivo: o ancestral comum representado por 1 é mais antigo que o ancestral representado por 2. As linhas do cladograma não apresentam, porém, comprimento proporcional aos intervalos de tempo. O tempo informado é relativo, ou seja, sabe-se apenas se um nó ocorreu antes ou depois do outro.

As condições derivadas são indicadas nos ramos como traços, os chamados “passos” do cladograma. Muitas vezes, a partir da mesma matriz de condições primitivas e derivadas, é possível obter mais de um cladograma – neste caso, aplica-se o princípio da **parcimônia**: um cladograma deve ter o menor número possível de passos.

O que vimos aqui está muito simplificado, mas serve para dar uma ideia de como a história evolutiva pode ser interpretada.



#### CURIOSIDADE

Geralmente, existem mais de duas variações para um determinado caráter e o número de caracteres considerados na análise é grande. Assim, os cientistas utilizam recursos da matemática e da informática, como *softwares* específicos, para a elaboração de cladogramas.





## ATIVIDADE PRÁTICA

### Montagem e análise de um cladograma

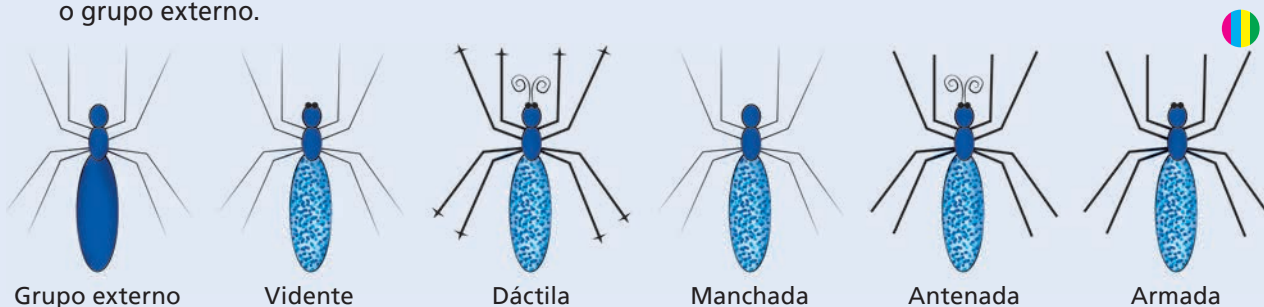
O seu desafio é montar um cladograma que mostre as relações evolutivas entre seres fictícios. Apesar de a atividade ser extremamente simplificada, você poderá utilizar os princípios da sistemática filogenética, verificando o que aprendeu.

#### < Material necessário >

- Papel;
- lápis;
- régua;
- ilustração dos seres fictícios (veja a seguir).

#### < Procedimentos >

1. Considere os seres fictícios do planeta imaginário LES-1. Imagine que você e seus colegas formam um grupo de sistematas, cientistas que estudam a classificação dos seres vivos e as relações evolutivas entre as diferentes espécies. Vocês foram convidados a estudar cinco novas espécies descobertas em LES-1. Essas espécies compartilham diversas semelhanças e definiu-se uma sexta espécie como sendo o grupo externo.



Equipe NATH/Arquivo da editora

2. A partir do grupo externo, define-se, para cada característica qual é a condição primitiva e quais são as derivadas. Façam uma lista dessas características, determinando, para cada uma delas, qual é a condição primitiva e quais são as derivadas.
3. Em seguida, montem uma tabela relacionando cada caráter e suas variações às espécies em que elas ocorrem. Vocês podem atribuir 0 para AUSENTE e 1 para PRESENTE.
4. Com base na tabela, cada membro da equipe de sistematas deve elaborar um cladograma mostrando as relações evolutivas entre as cinco espécies do grupo interno.
5. Em seguida, comparem os cladogramas produzidos por cada um. Eles são todos iguais? Existem diferenças? Utilizando o princípio da parcimônia, procurando montar o cladograma com o menor número possível de passos, registrem um cladograma final, que seja consenso de sua equipe.
6. Indiquem nesse cladograma final quais são os terminais, os nós e os passos e escrevam pelo menos duas informações sobre parentesco evolutivo que podem ser obtidas pela análise do diagrama.

Consulte o Manual para comentários a respeito dos itens 2 a 6.

#### < Interpretando os resultados >

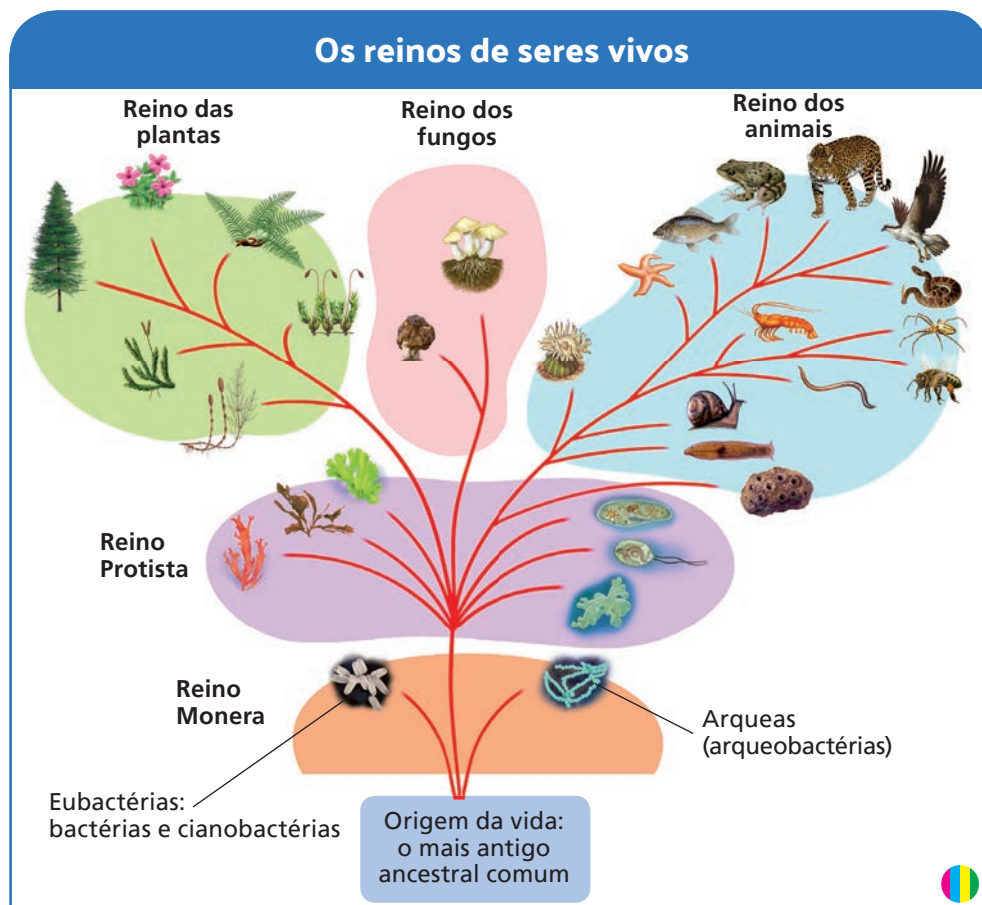
- a. Quais caracteres foram significativos para a montagem deste cladograma?
- b. De acordo com o cladograma, qual seria o grupo basal? E qual seria o mais remotamente relacionado ao grupo basal? Por quê?

a) Padrão de cor abdominal (liso/manchado); presença ou ausência de olhos; espessura das pernas (finas/grossas); presença ou ausência de antenas; presença ou ausência de dedos.

b) Grupo basal: espécie manchada (a mais próxima do grupo externo). Grupo mais recente na evolução: espécie dáctila.

### 3 Reinos de seres vivos

A classificação dos seres vivos é um assunto polêmico, havendo pouco consenso entre os cientistas. A que vamos adotar baseia-se nos cinco reinos estabelecidos pelas biólogas Lynn Margulis e Karlene Schwartz (2001). Nessa proposta, as relações evolutivas entre os reinos Monera, Protistas, Fungos, Plantas e Animais são representadas na forma de árvore filogenética, e os vírus não estão incluídos.



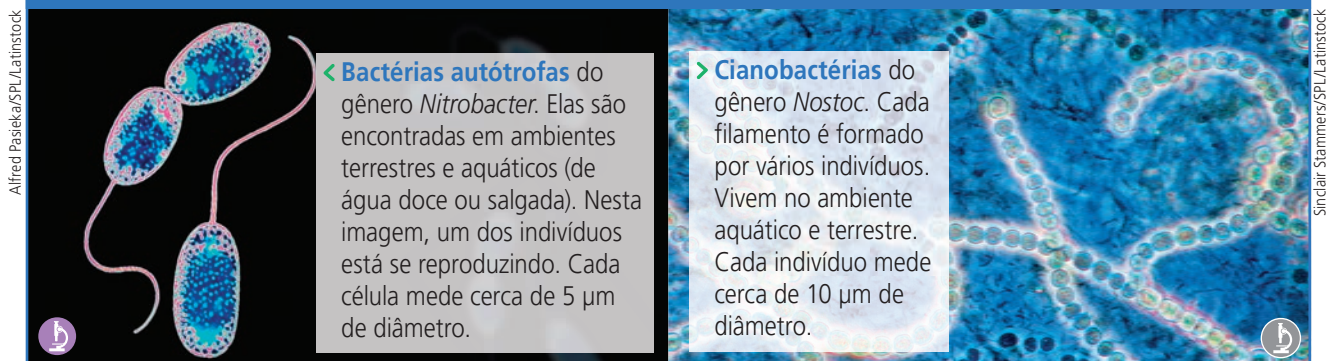
Veja comentários no Manual a respeito da figura ao lado.

◀ Árvore filogenética representando a evolução dos **reinos de seres vivos**, de acordo com a proposta de Margulis & Schwartz (2001).

Adaptado de: MARGULIS, L.; SCHWARTZ, K. V. *Cinco reinos: um guia ilustrado dos filos na Terra*. 3. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2001.

O reino **Monera** é representado apenas por procariontes, como é o caso das bactérias e cianobactérias, estas últimas conhecidas anteriormente por *algas azuis* ou *cianofíceas*.

#### Representantes do reino Monera







**PENSE E  
RESPONDA**

A consulta ao glossário etimológico certamente o ajudará a lembrar-se e a entender o significado de dois conceitos abordados no volume 1 desta coleção: **autótrofo** e **heterótrofo**. Consulte-os e explique o significado, no caderno.



**RECORDE-SE**

**Tecidos**

Os seres multicelulares podem ter o corpo organizado em tecidos, que são conjuntos de células com funções altamente especializadas e que têm grande interação e interdependência.

Nem todos os multicelulares possuem tecidos: nas algas e nos animais do grupo das esponjas, as células não se organizam em tecidos.



Roland Birke/Phototake/Glow Images

Um representante do **reino Protista**: alga verde unicelular (espécie *Closterium leibleinii*), encontrada em água doce. Ela pode medir entre 100 µm e 250 µm de comprimento.



Prensa Três

Este é um representante do **reino dos fungos**. O cogumelo, como o da foto (mede cerca de 6 cm de altura), é a parte reprodutiva desse fungo.

O termo **protocista** foi proposto pelas autoras mencionadas, mas está em desuso, tendo sido substituído pelo termo **protista**, que será o empregado por nós.

Os **protistas** estão representados pelos protozoários e pelas algas. Os protozoários são unicelulares eucariontes heterótrofos. As algas são eucariontes autótrofas por fotossíntese; podem ser uni ou multicelulares, mas nelas não há formação de tecidos.

As **plantas** são eucariontes, multicelulares e fotossintetizantes, com o corpo organizado em tecidos.

Será que, de modo semelhante ao que fizemos com o conceito de plantas, podemos conceituar animais como seres vivos multicelulares, eucariontes e heterótrofos?

Não, não podemos, porque existe outro reino formado por seres que, em sua maioria, têm essas mesmas características: o reino dos **fungos**.

> A mangueira é representante do **reino das plantas**. Esta planta pode atingir cerca de 30 m de altura.

As figuras estão representadas em diferentes escalas.

Getty Images



> Tucano-de-bico-verde, um representante do **reino dos animais**. Essa espécie de tucano é nativa de florestas da América do Sul e mede cerca de 45 cm de comprimento.

Fabio Colombini/Acervo do fotógrafo



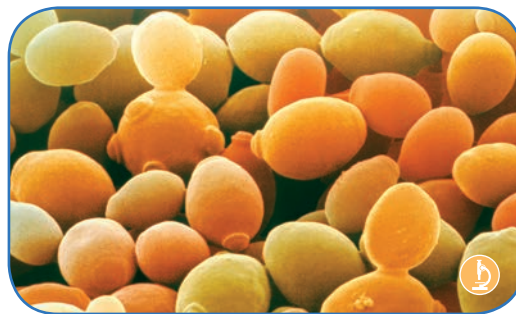


O reino dos fungos é formado por seres eucariontes e heterótrofos, existindo representantes multicelulares e representantes unicelulares. Nesse reino estão agrupadas as leveduras, que são unicelulares, espécies que formam cogumelos e as que formam orelhas-de-pau, entre muitas outras.

Para diferenciar animais e fungos multicelulares, precisamos recorrer a outros critérios. Para o momento, vamos comentar apenas um deles: o modo de obtenção do alimento.

A maior parte dos animais obtém alimentos por ingestão e os fungos obtém alimentos por absorção.

Nos próximos capítulos, outras características dos seres que formam cada reino serão comentadas.



Andrew Syred/SPL/Latinstock

^ **Fungos unicelulares** da espécie *Saccharomyces cerevisiae* (cada célula mede cerca de 15  $\mu\text{m}$  de comprimento).



AGE Fotostock/Grupo Keystone



Fabio Colombini/Acevo do fotógrafo

^ **Animais e fungos** são heterótrofos. Os fungos (como a orelha-de-pau) absorvem produtos da matéria orgânica em decomposição, enquanto os animais (como o esquilo) incorporam alimentos por ingestão. O esquilo mede cerca de 25 cm de comprimento, incluindo a cauda.

## 4 Proposta do sistema dos três domínios

A classificação dos seres vivos sempre é tema de muitos debates.

Uma das propostas mais aceitas atualmente é a da equipe de microbiologistas liderados por Carl Woese, da Universidade de Illinois (EUA), que, em 1977, apresentou a organização dos seres vivos em três grandes agrupamentos chamados **domínios**: dois domínios constituídos por seres procariontes (Archaea e Bacteria), e um domínio constituído por todos os seres eucariontes (Eukarya). Cada domínio está subdividido em reinos, muitos correspondentes aos filos do sistema de cinco reinos já conhecido. A organização dos seres vivos em domínios baseia-se na análise da sequência de nucleotídeos do RNA ribossômico e de outros critérios moleculares e anatômicos.

Esse sistema em três domínios tem sido corroborado por vários autores. No entanto, há grande discussão no que se refere à divisão em reinos e parece que ainda vamos ter, por algum tempo, grandes divergências entre os cientistas.



### ATENÇÃO

Os nomes de domínios, reinos, filos, classes, ordens e famílias podem ser apresentados em latim ou em forma latinizada – como Archaea e Eukarya. Optamos por não destacar tais nomes no texto, para não causar confusão com os nomes de gêneros e espécies, que devem sempre ser destacados (neste livro, em *italico*).



## Por que a classificação dos seres vivos está em constante revisão?

Como já comentamos, a classificação dos seres vivos é um assunto polêmico. Há inclusive propostas de classificá-los em níveis hierárquicos de parentesco evolutivo, sem especificar se é domínio, reino, filo etc., mas mantendo a categoria taxonômica espécie.

Uma das propostas recentes de classificação tem sido desenvolvida por vários cientistas e as informações reunidas no projeto “Árvore da Vida” (tradução do nome original em inglês *Tree of Life*). Nessa concepção, os nomes domínio, reino etc. não são utilizados, mas os seres vivos são classificados em níveis hierárquicos de parentesco evolutivo.

Veja, a seguir, como é representada a árvore da vida de acordo com o projeto. Os vírus não são considerados nessa árvore.

em ambientes onde as condições não são inóspitas e, por análises moleculares, foi possível verificar que eles são mais próximos evolutivamente dos eucariontes do que das eubactérias.

Nessa proposta, há algumas diferenças importantes na classificação dos eucariontes em relação à proposta dos cinco reinos.

No subgrupo das **Plantas** estão incluídas as algas verdes e vermelhas, além das plantas terrestres. No sistema de cinco reinos, essas algas são consideradas protistas.

No subgrupo dos **Fungos** não há diferenças em relação aos organismos que vamos estudar neste livro, mas com relação a outros que não estudaremos, as divergências são grandes e não nos deteremos nelas.

Quanto ao subgrupo dos **Animais**, não há diferenças entre as propostas.

Com relação aos **Protistas**, o termo é empregado apenas como coletivo para organismos que não são plantas, nem fungos, nem animais. Eles não formam um subgrupo de valor taxonômico, pois não descendem de um ancestral comum exclusivo, como ocorre com os demais. As relações filogenéticas entre esses organismos ainda estão em discussão.

Apesar de o projeto ser bem-aceito, há outras propostas de classificação e uma delas tem recebido apoio de vários outros cientistas. Trata-se dos **seis reinos de Cavalier-Smith**, publicado em 1998. Os seis reinos nesse caso são: Bactéria, Protista, Chromista, Plantae, Fungi e Animalia.

Outra proposta de classificação, e que tem servido de base para a construção da “Enciclopédia da Vida”, considera outros reinos, inclusive os vírus, não incluídos nos sistemas anteriormente comentados.

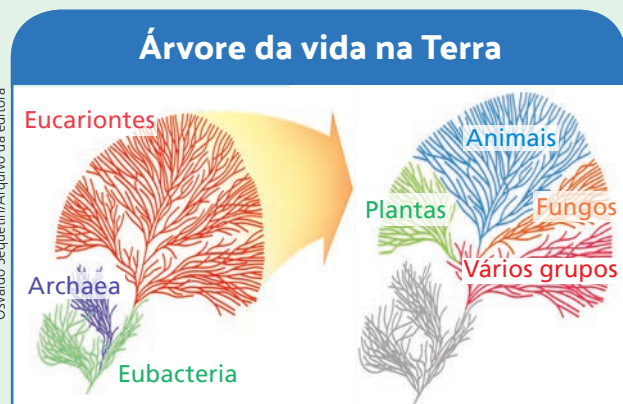
Esse tema ainda requer muitos estudos e está longe de um consenso. Por isso, optamos pela maneira mais tradicional de classificação, até que uma proposta mais consistente e com maior apoio da comunidade científica seja estabelecida.

Fontes:

Árvore da vida. *Tree of life web project* (em inglês). Disponível em: <<http://tolweb.org/tree/phylogeny.html>>.

Enciclopédia da vida. *Encyclopedia of life* (em inglês). Disponível em: <<http://eol.org/>>.

Acessos em: 24 mar. 2016.



Adaptado de: <<http://tolweb.org/tree/>>. Acesso em: 19 maio 2016.

Os dois primeiros subgrupos, Eubactéria e Archaea, são formados apenas por seres procariontes, classificados no sistema de cinco reinos como **Monera**. As eubactérias estão representadas pelas bactérias e cianobactérias.

As arqueas são procariontes que inicialmente eram consideradas um tipo de bactéria, mas hoje se sabe que diferem muito delas em várias características. Quando as arqueas foram descobertas, pensou-se que fossem descendentes dos primeiros procariontes surgidos em nosso planeta. Isso porque elas tinham sido encontradas em ambientes inóspitos, como locais onde a temperatura da água é muito elevada, condição que se imagina ser a dos primórdios da Terra. O nome arqueobactéria foi inicialmente atribuído a elas em função disso: *arqueo* significa antigo. Entretanto, mais recentemente esses organismos foram encontrados





## Novo macaco nas árvores da Amazônia



A recente descoberta de um primata na Amazônia, o zogue-zogue-rabo-de-fogo (*Callicebus miltoni*), demonstra que ainda há muito para se conhecer sobre a região. O animal foi primeiro avistado no estado de Mato Grosso em 2011. Agora, pesquisadores do Instituto para a Conservação dos Carnívoros Neotropicais (Pró-Carnívoros), do Instituto de Desenvolvimento Sustentável Mamirauá e do Museu Paraense Emílio Goeldi publicaram a descrição completa da espécie [...].

Para confirmar que era uma nova espécie, foram realizadas comparações de coloração da pelagem e de medidas do corpo e do crânio do animal com as de outras espécies do gênero. “O padrão de coloração peculiar já foi suficiente para constataremos que se tratava de uma espécie nova”, conta [Felipe] Silva [biólogo que participou da descoberta].



Adriano Gambarini/Arquivo do fotógrafo

^ O **zogue-zogue-rabo-de-fogo** foi identificado como uma nova espécie do gênero *Callicebus*. Na foto, um adulto, com cerca de 30 cm de comprimento, sem considerar a cauda.

“Posteriormente, uma análise molecular comparando o material genético de *C. miltoni* com o de espécies vizinhas também confirmou sua singularidade.”

[...] Embora os pesquisadores ainda não tenham dados de campo a respeito do comportamento da espécie, os animais desse gênero costumam viver em pequenos grupos, de dois a seis indivíduos, que geralmente têm um filhote por ano (esses grupos, em geral, apresentam apenas uma fêmea reprodutiva). Os *Callicebus* têm cerca de 30 centímetros de comprimento, possuem hábitos arborícolas e diurnos e a sua alimentação consiste principalmente de frutos.

Apesar de recém-descoberto, o zogue-zogue-rabo-de-fogo já pode estar correndo risco de extinção. De acordo com Silva, a perda de habitat é fator crítico para a manutenção da espécie.

O pesquisador ressalta a importância da realização de expedições científicas para se obter cada vez mais conhecimento sobre a nossa biodiversidade e, assim, permitir a elaboração de medidas de conservação. [...] “A região onde essa espécie se encontra sofre uma grande pressão do desmatamento causado por motivos diversos, como o corte seletivo de árvores para fins comerciais”, destaca o biólogo. “Obras para a construção de estradas e hidrelétricas na área também devem influenciar o *status* de conservação dessa espécie em longo prazo. Somente nos rios Aripuanã e Roosevelt, sete hidrelétricas estão previstas para serem implementadas nos próximos anos”, alerta.

LOPES, E. Novo macaco nas árvores da Amazônia. *Ciência Hoje on-line*. 05 maio 2015. Disponível em: <<http://cienciahoje.uol.com.br/noticias/2015/05/novo-macaco-nas-arvores-da-amazonias>>. Acesso em: 28 mar. 2016.

### DEPOIS DA LEITURA...

- Os pesquisadores se basearam em algumas observações para concluir que haviam identificado uma nova espécie. Que observações foram essas? a) Cor da pelagem, dados moleculares e comparação com outras espécies do gênero.
- Justifique a preocupação do cientista no trecho: “O pesquisador ressalta a importância da realização de expedições científicas para se obter cada vez mais conhecimento sobre a nossa biodiversidade e, assim, permitir a elaboração de medidas de conservação”.

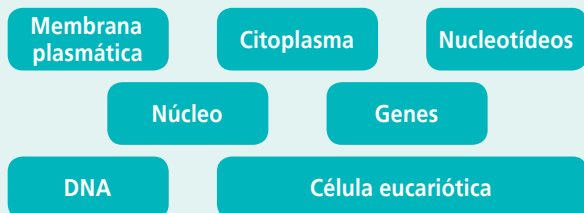
b) A identificação de espécies desconhecidas aumenta a compreensão do equilíbrio ecológico e do que precisa ser feito para mantê-lo em uma região. Para preservar um ecossistema, é preciso conhecê-lo, e isso inclui a identificação das espécies que ali vivem.



## Revedo e aplicando conceitos

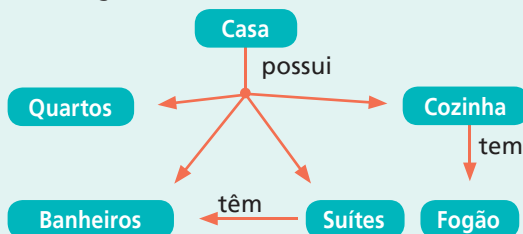
1. Respostas pessoais. Veja comentários no Manual.

1. Os conceitos a seguir referem-se à célula eucariótica.

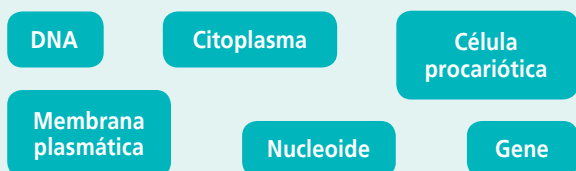


Para cada conceito, faça o que se pede:

- escreva a definição de cada um;
- organize-os em uma sequência decrescente, ou seja, do conceito mais abrangente para o mais restrito, e procure relacioná-los por meio de traços; em cada traço, escreva um verbo de ligação. Para você ter um modelo, vamos exemplificar com os seguintes conceitos: casa, quartos, suítes, banheiros, cozinha, fogão.



2. Usando o mesmo raciocínio do exercício anterior, relacione os conceitos a seguir: 2. Veja o Manual.



3. Com base na leitura do capítulo e em seus conhecimentos, explique com suas palavras o significado de:

- clone; 3. Clone: indivíduo geneticamente igual a outro;
- mutação; 3. mutação: alteração no material genético; seleção natural: fator evolutivo que determina a preservação ou extinção de características em uma população, de acordo com o ambiente.
- seleção natural.

4. O nome da abóbora comum é *Cucurbita pepo*.

a. Qual é o nome do gênero ao qual pertence a abóbora? 4. a) *Cucurbita*.

b. Estaria correto dizer que a espécie à qual pertence a abóbora é *pepo*? Por quê? 4. b) Não, pois *pepo* é o epíteto específico. A espécie é binominal: *Cucurbita pepo*.

5. "O sistema de cinco reinos não inclui todos os seres vivos da Terra." Justifique essa afirmativa.

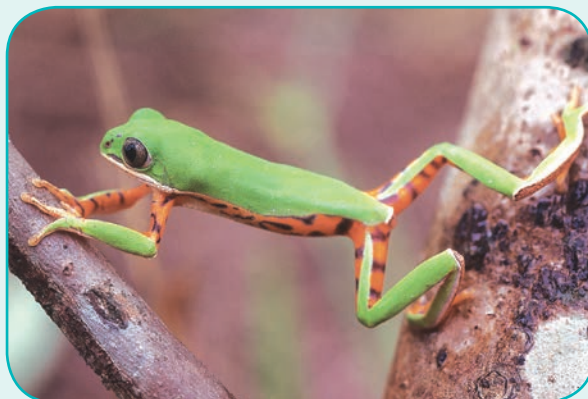
5. Os vírus não estão incluídos nessa classificação.

6. b) Não, pois a igualdade no epíteto específico (*bicolor*) não valida essa afirmação. No segundo caso, as duas espécies pertencem ao mesmo gênero e, assim, possuem proximidade de parentesco.

6. As duas pererecas mostradas abaixo ocorrem na Amazônia e pertencem à família Hylidae:



Phyllomedusa bicolor (mede cerca de 10 cm de comprimento).



Phyllomedusa hypochondrialis (mede cerca de 4 cm de comprimento).

6. a) Sim, pois ordem e classe são categorias mais abrangentes do que família.

a. É possível afirmar que essas duas pererecas pertencem à mesma ordem? E à mesma classe? Justifique a resposta.

P. Wegner/Arco Images/Glow Images

b. Veja ao lado um representante de outra espécie de anfíbio, que pertence à família Dendrobatidae.



Phylllobates bicolor (mede cerca de 3,5 cm de comprimento).

Podemos dizer que o parentesco evolutivo entre *Phyllomedusa bicolor* e essa espécie é mais próximo do que o parentesco entre *Phyllomedusa bicolor* e *Phyllomedusa hypochondrialis*? Explique sua resposta.

7. Bactéria é procariote; protozoário é eucariote.

7. Explique o principal critério utilizado para diferenciar uma bactéria de um protozoário.

8. Explique o critério sistemático utilizado para diferenciar animais, fungos e plantas.

8. Nutrição e incorporação de alimento. Plantas: autótrofas; animais: heterótrofos por ingestão; fungos: heterótrofos por absorção.

## Trabalhando com gráficos

9. O esquema a seguir mostra o mesmo diagrama representado anteriormente (página 19), com o sistema de 5 reinos, porém com uma diferença: as áreas foram destacadas em apenas três cores diferentes.

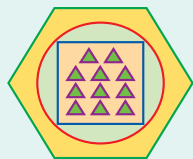


Adaptado de: MARGULIS, L.; SCHWARTZ, K. V. *Cinco reinos: um guia ilustrado dos filos na Terra*. 3. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2001.

- a. Explique o que representam essas três áreas. 9. a) Representam os 3 domínios: Archaea, Bacteria e Eukarya.
- b. Compare a proposta de classificação em cinco reinos com a proposta recente do projeto "Árvore da vida" (ver página 22), destacando semelhanças e diferenças entre elas. 9. b) Consulte o Manual.

## Questões do Enem e de vestibulares

10. (Fatec-SP) O esquema representa quatro categorias de classificação inclusivas.



Se os triângulos representam uma determinada espécie, o círculo será:

- a. um filo. 10. d. uma família.  
b. um reino. e. um gênero.  
c. uma ordem.

11. Consulte o Manual.

11. (Unesp) O que divide os especialistas não é mais se o aquecimento global se abaterá sobre a natureza daqui a vinte ou trinta anos, mas como se pode escapar da armadilha que criamos para nós mesmos nesta esfera azul, pálida e frágil, que ocupa a terceira órbita em torno do Sol – a única, em todo o sistema, que fornece luz e calor nas proporções corretas para

a manutenção da vida baseada no carbono, ou seja, nós, os bichos e as plantas.

(Veja, 21.06.2006.)

Na expressão *vida baseada no carbono, ou seja, nós, os bichos e as plantas*, estão contemplados dois reinos: *Animalia* (nós e os bichos) e *Plantae* (plantas). Que outros reinos agrupam organismos com vida baseada no carbono? Que organismos fazem parte desses reinos?

12. (Fuvest-SP) Considerando os grandes grupos de organismos vivos no planeta – bactérias, protistas, fungos, animais e plantas –, em quantos deles existem seres clorofilados e fotossintetizantes?

- a. um. d. quatro.  
b. dois. e. cinco.

12. c. três.

Veja comentário no Manual.

## 1 Vírus: características gerais

Você já sabe que os **vírus** são seres que não possuem estrutura como a das células e cuja atividade vital somente se manifesta quando estão dentro de uma célula hospedeira. São, portanto, **parasitas intracelulares**.

A maioria dos vírus é menor que as menores bactérias conhecidas. Os bacteriófagos, por exemplo, que são os vírus parasitas de bactérias, medem cerca de 100 nanômetros em sua dimensão maior. Tão pequenos assim, a maioria dos vírus é observada com auxílio de microscópios eletrônicos.

Entre os menores vírus conhecidos estão o vírus da febre aftosa (10 nm) e o causador da poliomielite (28 nm). Entre os maiores vírus conhecidos estão o da varíola, com aproximadamente 300 nm em sua dimensão maior, e o baculovírus, que infecta células de mariposas e borboletas e mede até 450 nm de comprimento.

Os vírus mencionados acima estão apresentados a seguir, em imagens de microscopia eletrônica. Os baculovírus, no entanto, podem ser visualizados em microscópios ópticos, devido a suas dimensões.



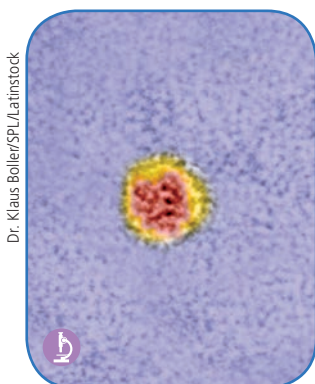
Steve Allen/SPL/Latinstock

Os **vírus** são visualizados com o auxílio de microscópios eletrônicos, como o mostrado na fotografia. Eles permitem aumentar em mais de 100 000 vezes a imagem da estrutura em observação.



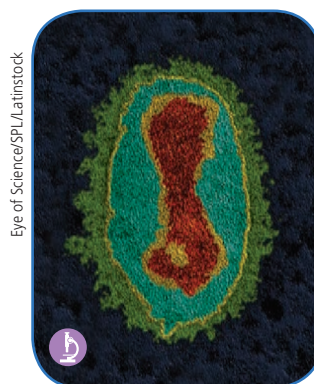
Arizona University

^ **Vírus da febre aftosa**  
(cerca de 10 nm de diâmetro).



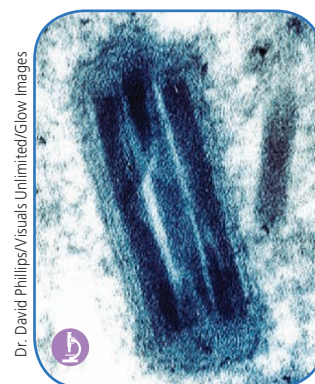
Dr. Klaus Boller/SPL/Latinstock

^ **Vírus da poliomielite**  
(cerca de 28 nm de diâmetro).



Eye of Science/SPL/Latinstock

^ **Vírus da varíola**  
(cerca de 300 nm de comprimento).



Dr. David Phillips/Visuals Unlimited/Glow Images

^ **Baculovírus** (cerca de 450 nm de comprimento).

Veja no Manual informações sobre o baculovírus.



## 1.1 Do que são constituídos os vírus?

Os vírus são constituídos, basicamente, por **ácido nucleico** envolto por uma cápsula de proteínas, denominada **capsídeo**. O conjunto formado pelo capsídeo e o ácido nucleico constituem o **nucleocapsídeo**.

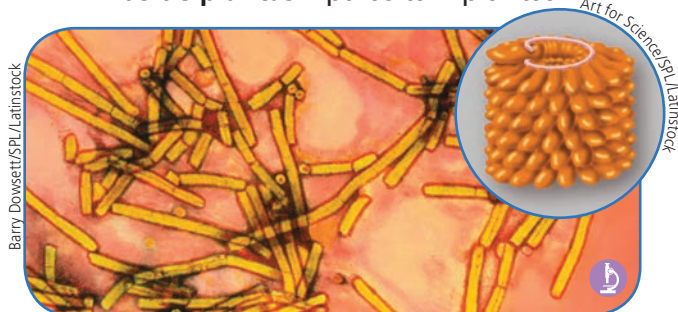
Em alguns vírus, o ácido nucleico é o DNA e em outros é o RNA, falando-se em vírus de DNA e vírus de RNA.

Certos tipos de vírus são formados apenas pelo nucleocapsídeo, mas em outros existe um envelope (envoltório) que, assim, constitui a parte externa do vírus. O envelope é formado por proteínas do vírus mergulhadas em uma camada dupla de lipídios derivada da membrana plasmática da célula que ele estava parasitando.

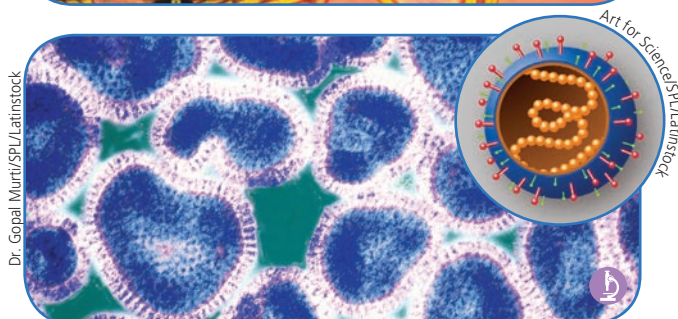
## 1.2 Um vírus pode parasitar qualquer tipo de célula?

Cada vírus pode parasitar apenas determinados tipos de células e isso depende das proteínas que eles possuem no capsídeo. Assim, de acordo com os seres vivos que parasitam, podemos considerar quatro grupos de vírus:

- ▶ **bacteriófagos** – parasitam bactérias;
- ▶ **micófungos** – parasitam fungos;
- ▶ **vírus de animais** – parasitam animais;
- ▶ **vírus de plantas** – parasitam plantas.



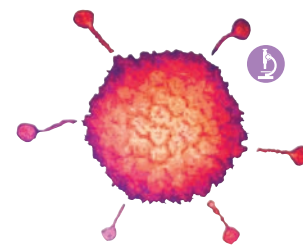
◀ **Vírus do mosaico do tabaco**, causador de uma doença que prejudica as folhas da planta do tabaco. Mede cerca de 280 nm de comprimento. No detalhe, esquema em cores fantasia ilustrando a estrutura desse vírus.



◀ **Vírus Influenza**, causador da gripe em humanos (cada vírus mede cerca de 200 nm de diâmetro). No detalhe, esquema em cores fantasia ilustrando a estrutura desse vírus.



◀ Um **bacteriófago** injetou seu ácido nucleico no interior de uma bactéria, cujo citoplasma está colorido em azul. No detalhe, esquema em cores fantasia ilustrando a estrutura desse vírus cujo capsídeo mede cerca de 50 nm de diâmetro.



◀ **Adenovírus** (mede cerca de 100 nm de diâmetro), que não possui envelope. Observe o capsídeo desse vírus, que tem a forma de icosaedro. De cada ápice parte uma longa fibra proteica. O ácido nucleico desse vírus é o DNA.

Veja comentário sobre a atividade no Manual.



Escolham um dos vírus apresentados nesta página ou na anterior e elaborem um modelo tridimensional representando a estrutura desse vírus. Antes da montagem, obtenham mais informações sobre o vírus escolhido, consultando livros e sites, para então planejar os materiais utilizados e a escala de tamanho. Procurem reaproveitar materiais, como embalagens vazias, papel de rascunho e outros.

O termo **fago** (aquele que ingere, se alimenta) é usado para se referir à célula infectada pelo vírus. O **bacteriófago** parasita bactérias e o **micófungo** (*myces* = fungo) parasita fungos.



**PENSE E RESPONDA**

Consulte o glossário etimológico e explique o significado de **bacteriófago** e **micófungo**. Anote no caderno.



## CURIOSIDADE

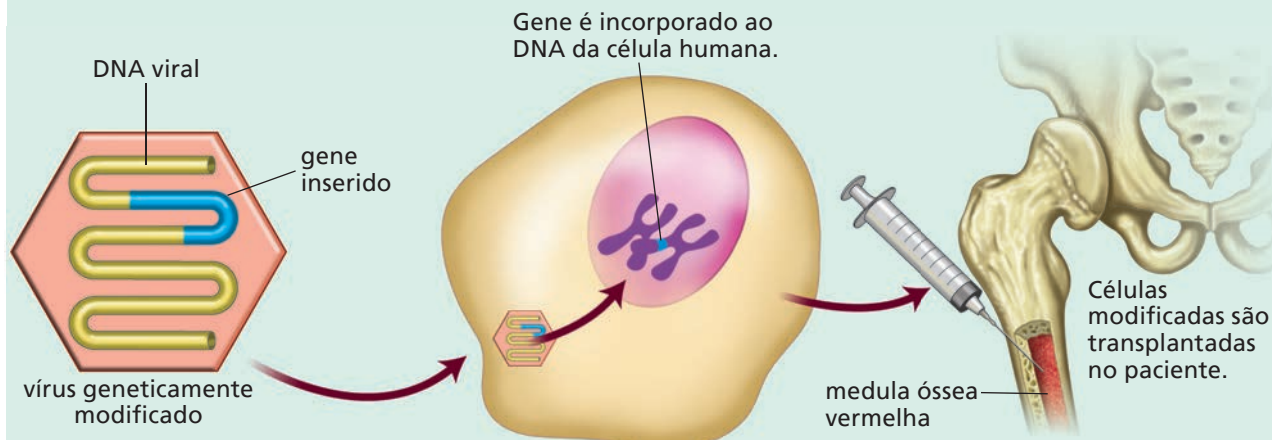
No ano 2000, cientistas descobriram um **vírus que possui DNA e RNA**. Trata-se do citomegalovírus humano, que causa graves infecções em crianças e pessoas imunodeprimidas. O RNA viral é sintetizado dentro da célula hospedeira; como o DNA comanda a síntese, trata-se de um vírus de DNA.

O fato de um vírus parasitar um determinado grupo de seres vivos não significa que ele possa infectar qualquer espécie pertencente ao grupo. Assim, por exemplo, um vírus que parasite um determinado animal pode ou não parasitar animais de outras espécies. Do mesmo modo, uma espécie de vírus que infecta células de um determinado tecido pode não infectar outros tecidos, no mesmo organismo.

Ao infectar uma célula, os vírus inserem seu material genético no DNA que compõe os cromossomos da célula. No caso dos vírus de RNA, uma enzima viral chamada **transcriptase reversa** comanda a síntese de DNA a partir do RNA viral, usando para isso organelas e materiais do citoplasma da célula hospedeira. O DNA viral incorpora-se então ao DNA da célula infectada. Os vírus que são de RNA e que têm a enzima mencionada acima são chamados **retrovírus**.

## Vírus na terapia gênica

A capacidade dos vírus de infectar células específicas e nelas inserir seu material genético tem sido aproveitada pelos cientistas da área de biologia molecular. Uma dessas pesquisas envolve a **terapia gênica**, que tem sido testada no tratamento de determinadas doenças genéticas. Alguns tipos de leucemia, por exemplo, são causados por genes inativos ou defeituosos em células da medula óssea vermelha, que deveriam produzir as células sanguíneas. Na terapia gênica, vírus são geneticamente modificados para portar o gene de interesse. Os vírus então podem infectar as células portando o gene defeituoso e nelas inserir seu material genético, incluindo o gene de interesse; as células passam, então, a produzir os elementos do sangue.



Esquema ilustrando o princípio da **terapia gênica**. Neste exemplo, a doença a ser curada com tal terapia seria a leucemia.

Paulo César Pereira/Arquivo da editora



REFLEXÕES  
SOBRE O ENSINO  
DE BIOLOGIA

## 2 Vírus e saúde humana

Vivendo como parasita no interior das células dos outros seres vivos, os vírus provocam numerosas doenças. As doenças provocadas por vírus são conhecidas como **viroses**.

Para muitas das doenças humanas causadas por vírus já existem vacinas e essa é uma forma eficiente de prevenção. No entanto, o processo de desenvolvimento de vacinas é longo, havendo doenças para as quais ainda não existe esse recurso preventivo.

A **vacinação** é um dos mais importantes mecanismos utilizados pela medicina preventiva. A importância da participação efetiva da população nas campanhas de vacinação pode ser demonstrada pelo sucesso obtido com a vacinação de âmbito mundial contra a varíola, uma terrível doença que assolou a humanidade por muitos anos e que hoje é considerada erradicada. No Brasil, os últimos casos da doença foram registrados em 1971.



A varíola é caracterizada por numerosas pústulas em todo o corpo, o que deu origem ao próprio nome da doença, derivada do latim *varius* (que significa “bolha”).

A medicina preventiva tem alcançado grandes êxitos no combate a diversas outras viroses, como a poliomielite e a raiva, e também a diferentes doenças causadas por bactérias (que serão abordadas no próximo capítulo).

Diferentemente das doenças causadas por bactérias, as viroses não são tratadas com antibióticos. Em todos os casos, a automedicação deve ser evitada e o tratamento sempre orientado por médico.

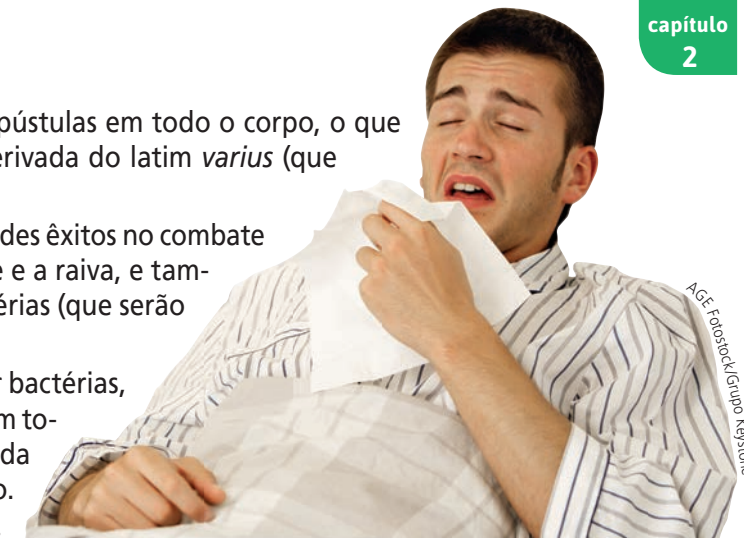
Entre as viroses humanas, vamos abordar as seguintes: aids, HPV, febre amarela, dengue, poliomielite, raiva, hepatite, caxumba, sarampo, catapora ou varicela, rubéola, gripe e resfriado.

## 2.1 Gripe e resfriado

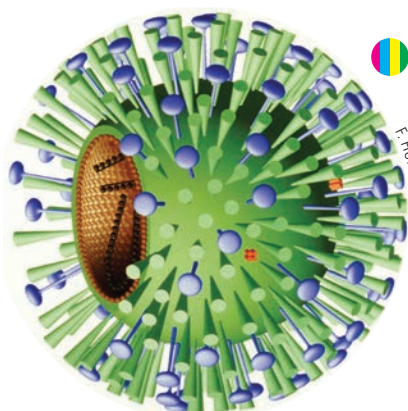
A **gripe** pode ser causada por diferentes tipos de vírus, mas, apesar disso, já existe vacina capaz de oferecer uma cobertura ampla, embora de duração relativamente curta.

A gripe é transmitida por via respiratória e costuma evoluir de maneira benigna, mas podem ocorrer complicações sérias, principalmente as pulmonares em idosos. Por essa razão, o governo tem desenvolvido campanhas visando à vacinação em massa dos cidadãos acima de 60 anos de idade.

O **resfriado**, apesar de comumente ser confundido com gripe branda, é causado por outros tipos de vírus, que não pertencem à família dos vírus da gripe. Os sintomas mais comuns do resfriado são coriza, febre e fraqueza.



AGE Fotostock/Grupo Keystone



F. Hoffmann/La Roche

Esquema de um tipo de **vírus da gripe**, com região em corte. O vírus mede cerca de 100 nm de diâmetro.

A **vacinação** é a melhor forma de **prevenir a gripe**. Todos os anos são realizadas campanhas de vacinação para pessoas acima dos 60 anos de idade e outros grupos da população considerados mais vulneráveis à doença.

### A gripe e o resfriado

são exemplos de doenças causadas por vírus que infectam células das vias respiratórias do ser humano, causando coriza, espirros e tosse. As viroses não são combatidas com antibióticos.



#### RECORDE-SE

##### Vacinação

A vacinação consiste na administração de um agente patogênico na forma inativada ou atenuada (ou de partes desse agente). Esse agente, por ser uma partícula estranha ao organismo, é chamado **antígeno**. O corpo responde a essa infecção “artificial” produzindo **anticorpos** específicos contra os antígenos presentes na vacina. Se a pessoa vacinada entrar em contato com o antígeno em situações naturais, a produção de anticorpos será rápida, combatendo o agente invasor antes que a doença se instale. Existem vacinas para certas doenças causadas por vírus e por bactérias.



Divulgação/William Pereira/Secretaria de Estado da Saúde, São Paulo



## 2.2 Aids

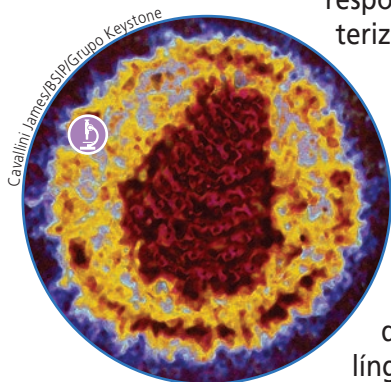
Uma das mais graves síndromes causadas por vírus em seres humanos é a **aids**. Os primeiros casos foram registrados entre 1977 e 1980; desde então, a aids foi responsável por numerosas mortes ao redor do mundo. As síndromes são caracterizadas por um conjunto de sintomas.

A característica fundamental do vírus da aids é afetar o sistema de defesa do organismo, tornando a pessoa mais vulnerável a doenças infecciosas que geralmente não apresentam gravidade, como a maioria das gripes. É muito comum o portador do vírus apresentar complicações em doenças que historicamente vinham sendo tratadas e curadas.

A palavra aids deriva da expressão em língua inglesa *acquired immune deficiency syndrome*, que significa **síndrome da imunodeficiência adquirida**. Sua sigla seria, portanto, na língua portuguesa, **sida** – usada em livros de língua espanhola e em Portugal.

A aids é causada por um vírus de RNA, envelopado, conhecido por **HIV**, ou **vírus da imunodeficiência humana** (*human immunodeficiency virus*). Por ser um vírus de RNA, o HIV é um retrovírus.

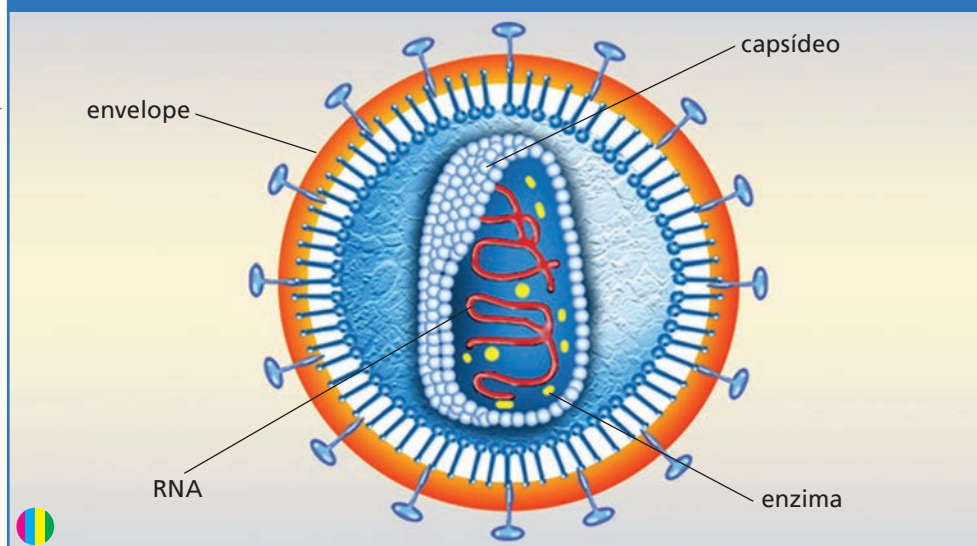
▲ **HIV: vírus da imunodeficiência humana** (apresenta cerca de 100 nm de diâmetro). Na imagem é possível ver o envelope viral (circular) e o capsídeo. À direita, esquema ilustrando estrutura do HIV. >



Cavallini Iamex/RS/Grupo Keystone

Luís Moura/Arquivo da editora

### Estrutura do HIV



O HIV infecta e destrói principalmente **linfócitos**, que são células de defesa do sistema imune.

Existem alguns tipos de leucócitos (glóbulos brancos) no sangue e o linfócito é um deles, tendo ação específica no combate a infecções, pela produção de anticorpos. Entre os linfócitos, também existem diversos tipos, e o HIV infecta um deles, o linfócito TCD4.

A predileção do HIV por esses linfócitos deve-se ao fato de que as moléculas de proteína do envelope viral têm grande afinidade com uma proteína da membrana plasmática do linfócito TCD4.

Quando o vírus entra em contato com um linfócito TCD4, ocorre fusão do envelope viral com a membrana da célula, e o nucleocapsídeo do HIV entra no citoplasma. Neste local, o capsídeo desintegra-se e o RNA do vírus é transformado em DNA pela ação da enzima viral transcriptase reversa. O DNA viral incorpora-se ao DNA nuclear do linfócito.



SUGESTÃO  
DE ATIVIDADE

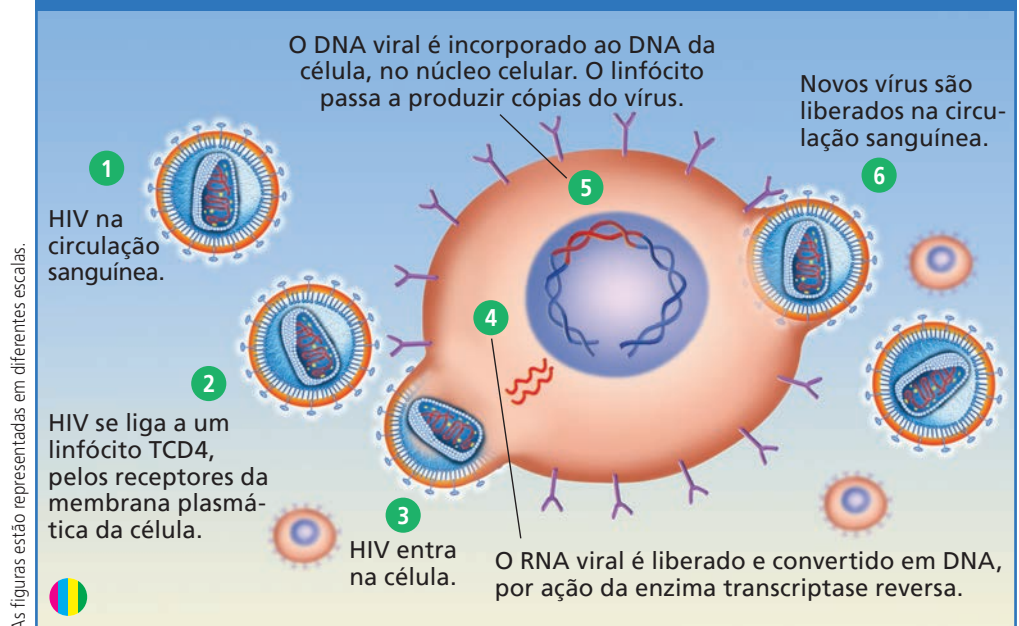


#### CURIOSIDADE

Tem sido demonstrada a presença da mesma proteína que apresenta afinidade com o envelope do HIV na membrana plasmática de outras células humanas, além dos linfócitos TCD4: em células do timo, do encéfalo, de linfonodos (nódulos linfáticos), da medula óssea vermelha e outras. Todas essas células podem ser infectadas pelo HIV.

Após o contágio, o vírus pode permanecer sem se manifestar por muito tempo, provavelmente por até dez anos ou mais. Em um dado momento, os linfócitos infectados pelo HIV podem passar a ter suas atividades comandadas pelo DNA viral, tornando-se produtores de novos vírus. Com a destruição dos linfócitos, surge a **imunodeficiência**. Nessa situação, a pessoa pode adquirir doenças infecciosas oportunistas, ou seja, que normalmente não afetam organismos sem imunodeficiência.

### Ciclo reprodutivo do HIV



O vírus da aids é transmitido por determinados líquidos do corpo ou por materiais que entraram em contato com eles. Assim, a transmissão se faz pelo sangue, pelo espermatozoides, pelos líquidos vaginais, pelo leite materno, pelos líquidos que passam pela placenta e pelo uso de seringas e material cirúrgico contaminados.

Com base nessas informações, podemos compreender a importância das seguintes medidas de prevenção contra a aids:

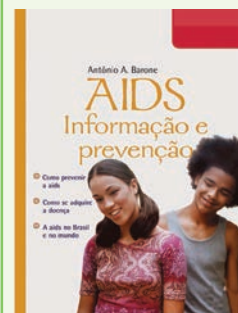
- uso de seringas descartáveis, para aplicação de injeções;
- quando houver necessidade de transfusão de sangue, valer-se de bancos de sangue confiáveis;
- uso de camisinha em todas as relações sexuais;
- como a transmissão pode ocorrer por meio da placenta ou do leite materno, é importante que mulheres portadoras do HIV procurem orientação médica antes de engravidar, durante a gestação e amamentação, para evitar a contaminação do bebê.

Até o momento, não há cura para a aids, embora já existam medicamentos capazes de controlar a replicação do HIV, reduzindo assim a imunodeficiência e melhorando a qualidade de vida das pessoas vivendo com HIV/aids. A vacina ainda não existe, e um dos maiores obstáculos para o seu desenvolvimento é o fato de o vírus causador da aids apresentar altas taxas de mutação. Existem, no entanto, pesquisas com resultados promissores em diversos laboratórios do mundo.



MULTIMÍDIA

### Aids – Informação e prevenção



Antônio A. Barone,  
Editora Ática, 2004.

Este livro traz informações esclarecedoras a respeito das formas de transmissão e de prevenção da aids. Sobre o tema, consulte também o portal do Ministério da Saúde: <[www.aids.gov.br/aids](http://www.aids.gov.br/aids)>. Acesso em: 07 abr. 2016.

➤ Esquema simplificado do **ciclo reprodutivo do HIV**, destacando algumas etapas da infecção de um linfócito.



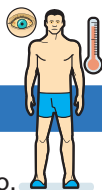
➤ O laço vermelho, símbolo da solidariedade à luta contra a aids, foi criado em 1991, nos EUA. O dia 1º de dezembro é o **Dia Mundial de Luta Contra a Aids**.

A febre amarela silvestre também pode ser transmitida por mosquitos de outros gêneros, como *Sabethes*. Para mais informações, consulte o site do Ministério da Saúde. Disponível em: <<http://portalsaude.saude.gov.br/index.php/o-ministerio/principal/secretarias/svs/febre-amarela>>. Acesso em: 15 maio 2016.

## 2.3 Febre amarela e dengue



Essas duas viroses são causadas por vírus da mesma família, a dos flavivírus. Seus sintomas são, no entanto, distintos, como você pode conferir no quadro a seguir.



|                          | Febre amarela                                                                                                                                                                                                                                                                                               | Dengue                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|--------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Partes afetadas no corpo | Lesões sérias em diversos tecidos, principalmente nas células do fígado.                                                                                                                                                                                                                                    | Células do baço, do fígado e da medula óssea, entre outras.                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| Formas                   | <p><b>Febre amarela urbana:</b> transmitida pela picada da fêmea do mosquito <i>Aedes aegypti</i>, comum nas cidades.</p> <p><b>Febre amarela silvestre:</b> a mais comum no Brasil, transmitida por mosquitos que vivem em matas, como os do gênero <i>Haemagogus</i>.</p>                                 | <p><b>Dengue clássica:</b> geralmente os sintomas amenizam a partir do 7º dia.</p> <p><b>Dengue hemorrágica:</b> após o 7º dia, surgem sintomas mais graves, como as hemorragias.</p> <p>As duas formas de dengue são transmitidas pela fêmea do mosquito <i>Aedes aegypti</i>. Pode ocorrer a transmissão por transfusão de sangue e durante a gestação.</p> |
| Sintomas principais      | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Febre alta</li> <li>- Náuseas e vômitos</li> <li>- Dores no corpo</li> <li>- Icterícia (amarelamento da pele e dos olhos pelo acúmulo de uma proteína liberada pelo fígado)</li> <li>- Sangramentos em gengivas, nariz, trato intestinal e trato renal.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Febre alta</li> <li>- Dores no corpo, principalmente nas articulações e na região dos olhos</li> <li>- Fraqueza</li> <li>- Pequenas manchas avermelhadas na pele</li> <li>- Náuseas e vômitos</li> <li>- Sangramentos nas mucosas (na dengue hemorrágica)</li> </ul>                                                 |
| Tratamento               | Há tratamento para o alívio dos sintomas. É fatal em grande parte dos casos.                                                                                                                                                                                                                                | Há tratamento para alívio dos sintomas. A dengue hemorrágica pode ser fatal.                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| Vacinação                | Existe vacina, que pode ser aplicada a partir dos 6 meses de idade e é recomendada a quem viaja ou vive nas áreas de ocorrência da doença. Tem validade por 10 anos.                                                                                                                                        | Não há vacina, mas existem pesquisas em andamento (dados de 2016).                                                                                                                                                                                                                                                                                            |

Ilustrações: Alexandre Afonso/Arquivo da editora



➤ Fêmea do mosquito *Aedes aegypti*. Mede cerca de 0,6 cm de comprimento.



➤ Fêmea do mosquito do gênero *Haemagogus*. Mede cerca de 0,8 cm de comprimento.

A **dengue** e a **febre amarela** possuem sintomas iniciais que podem ser confundidos com os de outras doenças: mal-estar e febre alta de início repentino. É preciso estar atento e procurar assistência médica, evitando-se a automedicação e o uso inadequado de remédios. O **ácido acetilsalicílico**, presente em certos medicamentos antitérmicos e analgésicos, não deve ser tomado por pessoas com suspeita de dengue e de febre amarela, pois esse composto interfere na coagulação do sangue e pode contribuir para o agravamento das hemorragias.

Essas duas viroses possuem em comum a transmissão pela picada de determinados pernilongos (mosquitos), sendo os principais:

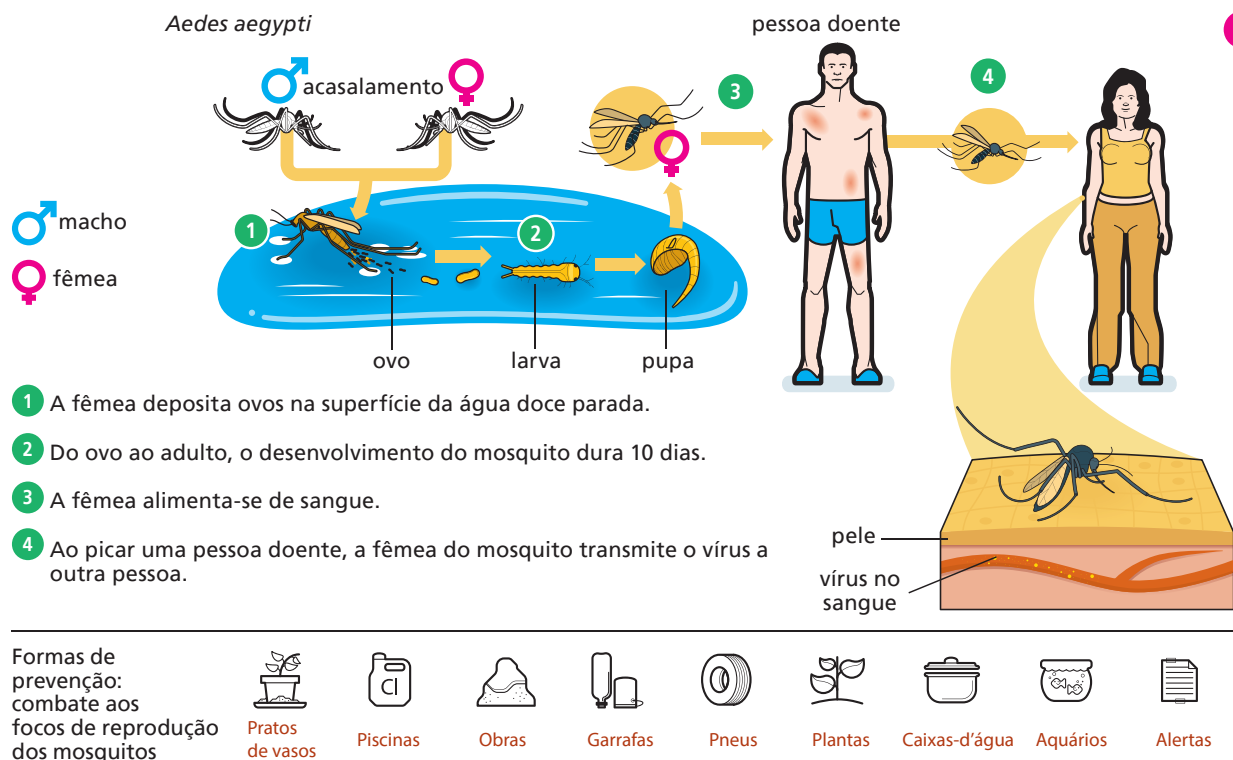
- *Aedes aegypti* – transmissor da febre amarela urbana e da dengue, entre outras doenças virais;
- *Haemagogus* – algumas espécies desse gênero, que habitam regiões de mata, transmitem a febre amarela silvestre.

Geralmente, esses pernilongos estão mais ativos durante o dia. Somente as fêmeas desses mosquitos picam as pessoas, sugando sangue. Os machos não são hematófagos e, sim, sugadores de seiva das plantas.

Veja a seguir como é a transmissão das viroses pela fêmea do *Aedes aegypti* e as ações fundamentais para manter as populações do mosquito sob controle.



## Ciclo de transmissão da dengue e da febre amarela urbana



As figuras estão representadas em diferentes escalas.

Alexandre Afonso/Arquivo da editora

## 2.4 Poliomielite

A **poliomielite** é uma doença grave que afeta o sistema nervoso, podendo causar paralisia de diversas partes do corpo, como os membros. É particularmente severa a paralisia dos músculos respiratórios, que pode levar à morte. Embora a paralisia ocorra com frequência, ela pode não se manifestar, mas sua ocorrência, principalmente na infância, deu à doença o nome popular de paralisia infantil.

A doença é causada por um vírus que atinge o corpo em geral pela ingestão de alimentos contaminados. É frequente também a sua transmissão pela saliva de pessoas portadoras do vírus.

Dentro do corpo humano, esses vírus atravessam a parede do intestino, chegam ao sangue e são levados até o sistema nervoso, reproduzindo-se nos neurônios. A melhor garantia contra a doença é a vacinação, que é eficiente e simples de ser administrada. A mais utilizada no Brasil é a **vacina Sabin**, conhecida como “a gotinha que salva”.

Além da vacinação, outras medidas higiênicas devem ser tomadas, especialmente por ocasião de surtos da doença: lavar rigorosamente os alimentos a serem ingeridos crus, evitar piscinas coletivas, ferver água para consumo, desinfetar os vasos sanitários.

Graças à vacinação, a poliomielite é considerada uma doença erradicada no Brasil desde 1989. As campanhas de vacinação são mantidas, porque ainda há locais de incidência da doença no mundo.



Divulgação/Prefeitura de Uberlândia

^ Criança recebendo a **vacina Sabin**. Todos os anos são realizadas campanhas de vacinação gratuita no Brasil, para crianças de até cinco anos de idade.

Medo (fobia) de água (hidro). O termo refere-se à dificuldade que animais com raiva têm para engolir, o que os leva a evitar a ingestão de água.



### PENSE E RESPONDA

Consultando o glossário etimológico, explique o significado da palavra **hidrofobia** e anote no caderno.

## 2.5 Raiva Veja mais comentários a respeito da raiva no Manual.

A **raiva** acomete diversos mamíferos. A doença pode ser transmitida ao ser humano por mordidas de animais contaminados, pois os vírus da raiva são encontrados na saliva. O principal transmissor da doença para seres humanos é o cão, responsável por quase 90% dos casos descritos de raiva humana, principalmente nas áreas urbanas. É doença de extrema gravidade, exigindo tratamento especializado, podendo causar a morte.

Sem tratamento, a doença pode evoluir para degeneração dos neurônios e paralisia generalizada, incluindo a respiratória, o que causa a morte em poucos dias.

A raiva é conhecida, popularmente, como **hidrofobia**, tendo o povo criado a expressão: “cachorro louco tem medo de água”, referindo-se ao fato de animais com raiva evitarem a ingestão de água, devido à dor e à paralisia dos músculos envolvidos na deglutição.

Ainda não há cura para a raiva, o que torna ainda mais necessária a vacinação dos possíveis transmissores, especialmente cães e gatos.

No caso de uma pessoa ser mordida, deve-se verificar, quando possível, se o animal apresenta a vacinação em dia.

Em qualquer caso, porém, é importante lavar o ferimento com água corrente e sabão e procurar orientação médica imediata, para que seja definido o tratamento necessário. Geralmente, é ministrado o soro antirrábico, que é eficiente, desde que aplicado antes da manifestação da doença.

## 2.6 Hepatite

O sufixo **-ite** é muito utilizado em Medicina, para designar inflamações: gastrite (do estômago), estomatite (da boca), faringite (da faringe), hepatite (do fígado), por exemplo. A inflamação ocorre por reação do organismo a diversos fatores, como traumatismo mecânico, substâncias químicas e infecções.

No caso da **hepatite**, a inflamação é decorrente de infecção por vírus.

Atualmente, já foram identificados pelo menos sete diferentes vírus que causam hepatite, designados pelas letras do alfabeto. As três hepatites mais frequentes são a A, a B e a C, que, juntas, totalizam cerca de 94% dos casos.

A hepatite A é a mais comum de todas, ocorrendo principalmente na infância. É transmitida por ingestão de água ou de alimentos mal lavados, contaminados pelo vírus.

As hepatites B e C atingem mais os adultos, sendo a tipo C a mais grave. Essas duas formas de hepatite são transmitidas principalmente por meio de relação sexual com parceiro contaminado pelo vírus, transfusões de sangue contaminado e uso de seringas, materiais cortantes ou de higiene pessoal não esterilizados. Também podem ser transmitidas do organismo materno para o feto, durante a gestação. Existem vacinas contra as hepatites A e B, mas não para a hepatite C, embora trabalhos científicos estejam permanentemente sendo feitos em busca dessa vacina.

Considerando o total de casos, a maioria dos doentes tem boa resposta ao tratamento médico adequado, mas, às vezes, a hepatite, especialmente a C, pode progredir para uma forma fulminante, capaz de matar em poucos dias.

*Veja no Manual comentários a respeito da hepatite C.*

Roosevelt Pinheiro/Agência Brasil



↗ Cachorro recebendo **vacina antirrábica**. Vacinar os animais de estimação contra o vírus da raiva é fundamental para a prevenção da doença entre os próprios animais e entre os seres humanos.



### ATENÇÃO

De modo geral, podemos considerar a infecção como a agressão ao organismo praticada por vírus ou bactérias, diferindo de infestação, invasão do organismo por animais parasitas.

Os sinais de alerta para a busca por assistência médica são, principalmente, pele e olhos amarelados (icterícia), perda de apetite, náuseas, vômitos, febre e dores de cabeça, abdominais e musculares.

A prevenção contra os casos de hepatite B ou C consiste basicamente em:

- › uso de material descartável ou cuidadosa esterilização de seringas, agulhas, material cirúrgico e de higiene pessoal (escova de dente, alicates de unha etc.);
- › extremo cuidado na utilização do material a ser transfundido (sangue, plasma, plaquetas etc.);
- › uso de camisinha nas relações sexuais.

A prevenção contra contaminação por via digestiva, que é o caso da hepatite A, consiste nas mesmas medidas preventivas de qualquer outra doença cujo agente causador atinja o organismo dessa forma: combate a moscas, evitar contaminação dos alimentos, lavar rigorosamente alimentos a serem ingeridos crus. Além das medidas usuais de higiene, relacionadas com a alimentação, devem ser reservados para uso exclusivo das pessoas com hepatite: pratos, xícaras, copos, talheres e, se possível, até mesmo sanitários.

## 2.7 Caxumba

É a inflamação das glândulas salivares, causada por vírus. As glândulas parótidas são as maiores e as mais atingidas, razão pela qual a **caxumba** é também conhecida por **parotidite** (inflamação das parótidas). As glândulas salivares sublinguais e as submandibulares são bem menores, mas também podem ser afetadas.

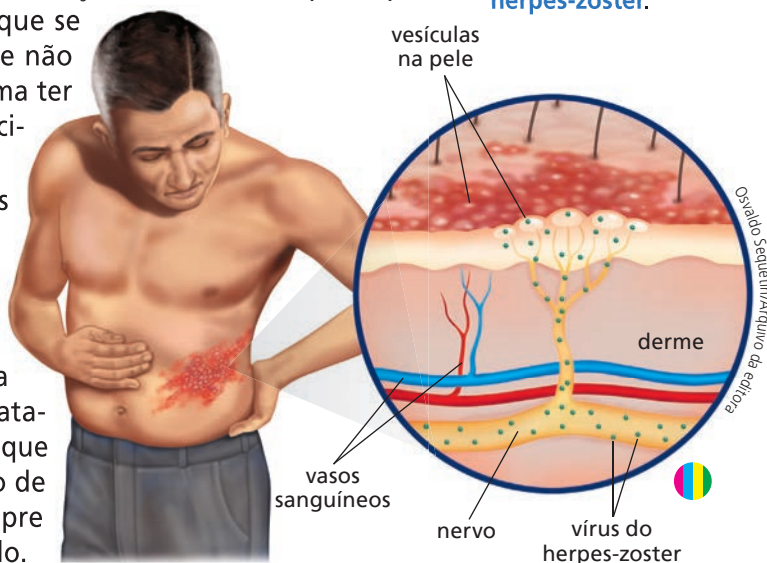
O doente deve ficar em repouso, evitando, assim, complicações da doença, pois o vírus da caxumba pode afetar outras glândulas, como os testículos, o pâncreas e os ovários.

A transmissão se faz pela saliva e por objetos contaminados pelo doente: copos e talheres, por exemplo. Além dos cuidados usuais de higiene, é recomendável a vacina, para prevenção da doença.

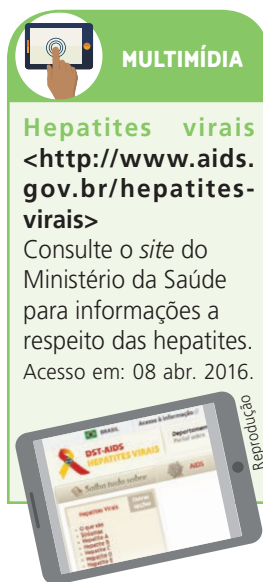
## 2.8 Catapora ou varicela

A **catapora** é causada pelo vírus varicela-zoster. Também conhecida por **varicela**, é outra virose transmitida pela saliva. A doença é caracterizada pelo aparecimento de pequenas vesículas na pele, que se rompem, secam e desaparecem, geralmente não deixando vestígios. Assim, a catapora costuma ter evolução benigna e pode ser evitada pela vacinação e por medidas higiênicas.

Outra doença causada pelo mesmo vírus é o **herpes-zoster**, mais comum em adultos, em que se formam vesículas que se estendem por uma região da pele. Devido ao seu aspecto, a erupção das vesículas na pele recebe o nome popular de “cobreiro”. Embora causada pelo mesmo vírus, é diferente da catapora, pois a pessoa sente muita dor, uma vez que a erupção das vesículas acompanha o trajeto de terminações nervosas. Seu tratamento, sempre orientado por médico, costuma ser demorado.



✓ Esquema ilustrando a formação de vesículas como consequência do **herpes-zoster**.





John Heseltine/Corbis/Latinstock



- > Criança com **sarampo**. Observe as erupções vermelhas na pele, um dos sintomas da doença.

## 2.9 Sarampo

O **sarampo** é doença muito comum na infância, transmitida pela saliva, e se caracteriza por erupções vermelhas na pele, que geralmente se iniciam no rosto e se estendem por todo o corpo.

Antes das erupções, a pessoa apresenta alguns sintomas, principalmente febre, manchas típicas na mucosa bucal e conjuntivite. Embora exista a possibilidade de complicações, o sarampo costuma evoluir de forma benigna.

A prevenção da doença é feita pela vacinação e por higiene pessoal adequada.

## 2.10 Rubéola

A **rubéola** caracteriza-se por deixar a pele muito vermelha (rubra), o que deu origem ao seu nome. Os primeiros sinais da doença são aumento dos linfonodos (gânglios) do pescoço, febre baixa e dores de cabeça não intensas. Embora seja comum na infância, pode ocorrer na fase adulta.

A principal gravidade da doença em adultos diz respeito à mulher gestante, especialmente nos primeiros meses de gravidez, período em que pode provocar malformações no feto. Por isso, recomenda-se a vacinação em mulheres jovens ou que pretendem ter filhos. Mulheres já em gestação não podem ser vacinadas. Crianças pequenas também devem ser vacinadas.

## 2.11 Condiloma acuminado – HPV

O **condiloma acuminado** manifesta-se na forma de verrugas genitais, popularmente conhecidas como “crista-de-galo”. Afeta homens e mulheres e é causado pelo **HPV** (papilomavírus humano), transmitido nas relações sexuais pelo contato direto com a pele afetada. Sendo uma Doença Sexualmente Transmissível (DST), o uso de camisinha é fundamental para reduzir a possibilidade de transmissão da doença.

As verrugas genitais devem ser tratadas sob orientação médica. Nas mulheres, a infecção pode se manifestar no colo do útero e, nesse caso, o vírus pode causar o desenvolvimento de um grave tipo de câncer. Assim, a partir da adolescência as mulheres devem realizar regularmente o exame conhecido como papanicolau, que detecta uma possível infecção por HPV.

No Brasil, a prevenção contra o HPV também conta, desde 2014, com uma vacina, que deve ser administrada em meninas de 11 a 13 anos de idade, com dose de reforço após 5 anos. Apesar de a vacinação proteger contra a infecção pelo HPV e o câncer de colo de útero relacionado ao vírus, os exames regulares, prescritos por ginecologistas, são essenciais para a saúde da mulher.

- ✓ Cartaz de campanha do Ministério da Saúde incentivando a **vacinação de meninas contra o HPV**.

Divulgação/Ministério da Saúde





## Como surgiram os vírus?

A estrutura dos vírus é muito mais simples do que a de uma célula procariótica. Isso não significa que eles sejam mais primitivos, na escala evolutiva, que os procariontes.

Como os vírus dependem das células para se reproduzir, os cientistas defendem a hipótese de que eles surgiram, na história da vida

na Terra, depois dos primeiros seres vivos formados por células.

A origem dos vírus, provavelmente, não foi a partir de um único ancestral; diversos grupos de vírus podem ter surgido ao longo da evolução da vida. Esse estudo, no entanto, é um grande desafio, pois não existem evidências como fósseis.

## Doenças transmitidas pelo *Aedes aegypti*

Todos os seres vivos participam de algum ecossistema e exercem uma função no equilíbrio ecológico. No entanto, certas condições causam desequilíbrios em populações de determinadas espécies. Um exemplo é a proliferação do mosquito *Aedes aegypti* nos meios urbanos, onde ele encontra alimento e abundância de locais adequados para a reprodução.

Os mosquitos machos alimentam-se de plantas e as fêmeas são hematófagas, especialmente alimentando-se de sangue humano, sangue esse necessário à maturação de seus ovos, produzidos em grande quantidade. Os ovos são depositados na água parada, em plena natureza, mas também em nossas casas e seus arredores. *Aedes aegypti* é, portanto, uma espécie de grande sucesso adaptativo e reprodutivo.

O sucesso adaptativo do mosquito nos afeta diretamente e, por isso, precisa ser combatido; basta não deixarmos água parada, eliminando as possibilidades desse acúmulo em todo lugar ao nosso alcance. A negligência tem causado grande prejuízo para a saúde humana nos últimos anos.

Esses mosquitos podem transmitir vírus responsáveis por pelo menos quatro doenças conhecidas: febre amarela urbana, dengue, chicungunya e febre zika.

Estudamos a febre amarela e a dengue neste capítulo. Vejamos, agora, algumas informações a respeito da chicungunya e da febre zika, que apresentam sintomas com algumas semelhanças com os da dengue, tais como dor, inclusive articular, febre alta, manchas no corpo, mal-estar, dor nos olhos e conjuntivite.

Embora seja grande a semelhança de sintomas, algumas características podem ser relevan-

tes para o diagnóstico, a ser feito exclusivamente pelo médico:

- **Dengue:** dores articulares generalizadas, manchas na pele por todo o corpo, dores musculares e nos olhos, febre alta.
- **Chicungunya,** detectada no Brasil pela primeira vez em setembro de 2014: febre alta (geralmente entre 38 °C e 40 °C), como na dengue, dores pelo corpo, dor de cabeça, cansaço, manchas avermelhadas, dores articulares nas extremidades (mãos, pés, tornozelos).
- **Febre zika,** detectada no Brasil pela primeira vez em maio de 2015: sintomas mais brandos, febre baixa (geralmente não ultrapassando 38 °C), fotofobia, dor nos olhos, conjuntivite (mais frequente do que na chicungunya e rara na dengue).

Uma complicação extremamente séria atribuída ao vírus zika, detectada pela primeira vez no Brasil em novembro de 2015, é a microcefalia, em que a circunferência do crânio de recém-nascidos é consideravelmente menor que o normal, o que pode responder por sérias complicações neurológicas decorrentes do incompleto desenvolvimento do encéfalo. Existem algumas evidências de que a maior probabilidade dessa ocorrência seja em fetos cujas mães contraíram o vírus zika nos primeiros três meses de gravidez. No entanto, como se trata de evento recente, ainda há muitas incertezas a respeito, estando o Ministério da Saúde empenhado em seu estudo e pesquisa.

Fonte:

MINISTÉRIO DA SAÚDE. Disponível em: <<http://combataedes.saude.gov.br/>>. Acesso em: 29 mar. 2016.



## Patentes e a luta contra o HIV: preservação dos direitos de quem?

A patente é um instrumento legal que garante ao(s) indivíduo(s) ou às instituições que desenvolveram uma inovação a exclusividade em sua fabricação e comercialização, durante um período de, no mínimo, 20 anos.

No que se refere a medicamentos antirretrovirais que combatem o HIV, a maior parte das patentes pertence a laboratórios privados dos Estados Unidos (EUA).

No início dos anos 1990, esses medicamentos tinham preços elevados e o Brasil não tinha como os comprar para prestar amplo atendimento aos brasileiros que viviam com HIV/aids. A alternativa encontrada pelo governo brasileiro foi a seguinte: um laboratório da Fundação Oswaldo Cruz, vinculado ao Ministério da Saúde e situado no Rio de Janeiro, iniciou a produção brasileira de formas genéricas de antirretrovirais.

Foi desenvolvida uma técnica de “engenharia reversa”. Cada medicamento importado passou por uma análise para identificar as substâncias presentes. Feito isso, para cada remédio, procurou-se chegar a outras combinações de substâncias que oferecessem o mesmo efeito, ou até maior eficácia, contra o HIV, além de menor toxicidade aos pacientes. A produção de parte dos antirretrovirais pelo Brasil poupou-lhe milhões de reais, os quais puderam ser aplicados no próprio Programa Nacional de Combate ao HIV e à aids.

Em 1994, as patentes ganharam destaque no acordo sobre direitos de propriedade intelectual relacionados ao comércio (TRIPS, sigla derivada do nome do acordo em inglês), que foi assinado por diversos países, inclusive pelo Brasil. Em termos diplomáticos, se um país quebrassem patentes, sua imagem poderia ser prejudicada e sua participação no comércio mundial também sofreria prejuízos.

O Brasil alterou então sua lei de patentes procurando adequá-la ao Acordo TRIPS. Nenhum

novo antirretroviral patenteado após 1996 poderia ser produzido por laboratórios brasileiros. Entretanto, a lei de patentes brasileira trazia uma flexibilidade: a licença compulsória, que permitia a “quebra de patentes” em situações de emergência nacional, caso do combate à aids. De acordo com documentos reconhecidos mundialmente, os direitos humanos são princípios prioritários, incluindo a saúde da população.

Como o Brasil manteve a produção de medicamentos antirretrovirais, os Estados Unidos formalizaram a queixa contra nosso país, contestando a licença provisória prevista na lei brasileira. Ao mesmo tempo, laboratórios multinacionais processam a África do Sul pelo fato de aquele país defender o acesso a medicamentos mais baratos.

Esses episódios geraram polêmica mundial. Diversas instituições se posicionaram a favor do acesso universal a antirretrovirais. Com a repercussão, tanto os EUA como os laboratórios multinacionais retiraram suas queixas.

Em 2001, a Organização Mundial do Comércio reviu o Acordo TRIPS, reconhecendo que os países têm direito a acionar licenças compulsórias para garantir o acesso a medicamentos essenciais.

Atualmente, o programa brasileiro de tratamento a pessoas que vivem com HIV/aids é considerado um dos melhores do mundo. O Brasil ainda compra alguns antirretrovirais cuja produção nacional se mostra inviável devido aos altos custos de produção.

Em longo prazo, é essencial investir em pesquisas nacionais sobre novos medicamentos e tratamentos, assim como é crucial continuar combatendo a transmissão do vírus.

A questão das patentes dos antirretrovirais que combatem o HIV é um tema delicado e complexo, pois envolve diversas questões éticas, filosóficas, diplomáticas, econômicas e sociais.

### DEPOIS DA LEITURA...

Com seus colegas, simulem uma audiência pública, em que diversos representantes da sociedade discutem um tema específico. O tema a ser discutido é o pedido de licença compulsória de um medicamento pelo governo brasileiro. Organizem-se em grupos que representem diversos setores da sociedade; cada um deve preparar os argumentos contra ou a favor. O professor avaliará a coerência da argumentação de cada grupo.



2. Como os vírus são muito menores que uma bactéria, muitos deles atravessam os minúsculos poros da porcelana que constitui o filtro de água.

## Revendendo e aplicando conceitos

1. Os vírus são desprovidos de células. O sistema de três domínios classifica os seres formados por células.

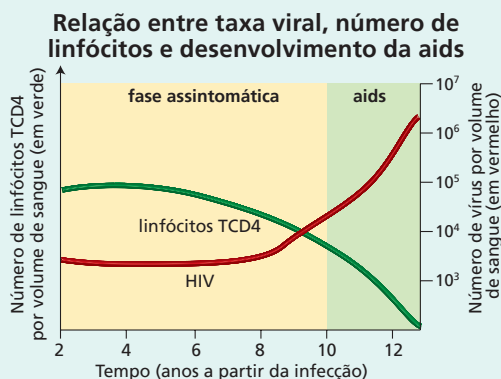
- Por que os vírus não estão incluídos nas propostas de classificação dos seres vivos, como o sistema de três domínios, que vimos no capítulo anterior?
- O consumo de água filtrada é fundamental para prevenir infecções por bactérias presentes na água. Explique por que não basta filtrar a água como proteção contra doenças virais como a poliomielite.
- Para cada uma das situações abaixo, cite pelo menos dois vírus que:
  - a) Febre amarela, dengue.
  - b) são transmitidas por picadas de insetos;
  - c) são doenças sexualmente transmissíveis (DST);
  - d) são transmitidas por gotículas de saliva.
- Para as doenças e condições indicadas na questão anterior, explique as medidas profiláticas (de prevenção) mais adequadas, para cada caso.

## Trabalhando com gráficos

- O gráfico a seguir mostra o desenvolvimento da aids no organismo humano, a partir de 2 anos da infecção. Clinicamente a aids é caracterizada pela baixa contagem de linfócitos TCD4 no indivíduo. Os medicamentos procuram evitar que o número de linfócitos seja reduzido, dificultando o surgimento das infecções oportunistas.

5. a) O HIV pode permanecer latente por muitos anos. Ao se manifestar, passa a se reproduzir e os linfócitos infectados são destruídos.

Análise este gráfico e responda:



Fonte: CAMPBELL, N. A.; REECE, J. *Campbell Biology*. 9. ed. EUA: Pearson Benjamin Cummings, 2011, p. 949.

- Por que a pessoa pode permanecer anos na condição assintomática? Na ausência de tratamento, por que há redução no número de linfócitos TCD4?
- Por que as infecções oportunistas ocorrem quando o número de linfócitos cai?
- Em sua opinião, qual é a importância do Dia Mundial de Luta contra a Aids?

5. b) Os linfócitos fazem parte do sistema imunitário (de defesa).

5. c) Resposta pessoal. Veja comentários no Manual.

## Questões do Enem e de vestibulares

- (Enem-2015) Tanto a febre amarela quanto a dengue são doenças causadas por vírus do grupo dos arbovírus, pertencentes ao gênero *Flavivirus*, existindo quatro sorotipos para o vírus causador da dengue. A transmissão de ambas acontece por meio da picada de mosquitos, como o *Aedes aegypti*. Entretanto, embora compartilhem essas características, hoje somente existe vacina, no Brasil, para a febre amarela e nenhuma vacina efetiva para a dengue.

MINISTÉRIO DA SAÚDE. Disponível em: <<http://portal.saude.gov.br>>. Acesso em: 7 ago. 2012 (adaptado).

Esse fato pode ser atribuído à

- maior taxa de mutação do vírus da febre amarela do que do vírus da dengue.
  - alta variabilidade antigênica do vírus da dengue em relação ao vírus da febre amarela.
  - menor adaptação do vírus da dengue à população humana do que do vírus da febre amarela.
  - presença de dois tipos de ácidos nucleicos no vírus da dengue e somente um tipo no vírus da febre amarela.
  - baixa capacidade de indução da resposta imunológica pelo vírus da dengue em relação ao da febre amarela.
- (Enem-2013) A contaminação pelo vírus da rubéola é especialmente preocupante em grávidas, devido à síndrome da rubéola congênita (SRC), que pode levar ao risco de aborto e malformações congênitas. Devido a campanhas de vacinação específicas, nas últimas décadas houve uma grande diminuição de casos de rubéola entre as mulheres, e, a partir de 2008, as campanhas se intensificaram e têm dado maior enfoque à vacinação de homens jovens.

BRASIL. Brasil livre da rubéola: campanha nacional de vacinação para eliminação da rubéola. Brasília: Ministério da Saúde, 2009 (adaptado).

Considerando a preocupação com a ocorrência da SRC, as campanhas passaram a dar enfoque à vacinação dos homens, porque eles

- ficam mais expostos a esse vírus.
- transmitem o vírus a mulheres gestantes.
- passam a infecção diretamente para o feto.
- transferem imunidade às parceiras grávidas.
- são mais suscetíveis a esse vírus que as mulheres.

Eubactérias: bactérias verdadeiras (eu).  
Veja comentário no Manual.



## PENSE E RESPONDA

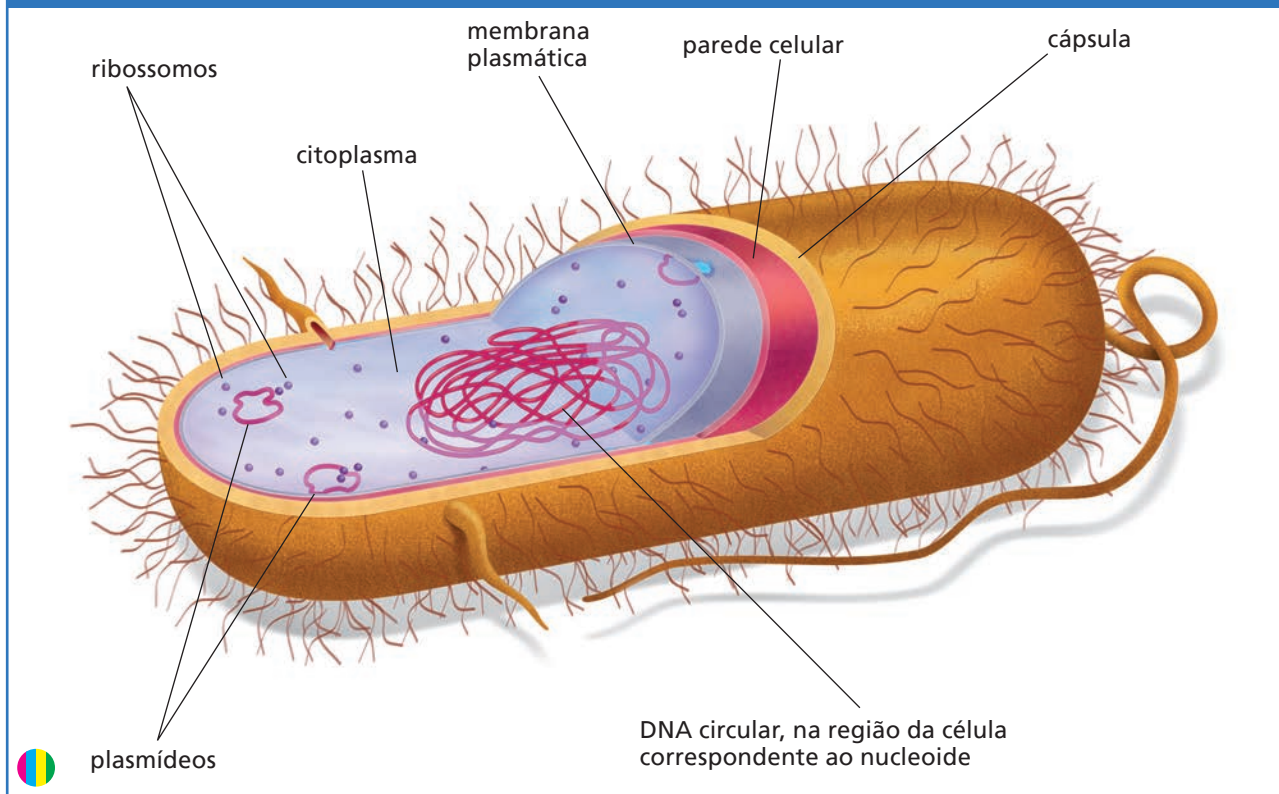
Consultando o glossário etimológico, explique a origem e o significado do termo **eubactérias** e anote-o no caderno. Lembre-se de que a etimologia nos ajuda a entender o significado das palavras, mas nem sempre pode ser interpretada literalmente.

## 1 Introdução

COMENTÁRIOS  
GERAIS

Como você já sabe, o reino **Monera** reúne seres vivos procariontes, quase todos unicelulares, com um grupo de multicelulares recentemente descrito. A célula que forma as moneras não tem carioteca delimitando e individualizando um núcleo. O material genético corresponde a uma molécula de DNA circular, localizado em uma região do citoplasma denominada **nucleoide**. Além do DNA presente nessa região, podem existir de uma a muitas moléculas pequenas e circulares de DNA, os **plasmídeos**, que geralmente contêm genes relacionados à resistência das bactérias a antibióticos.

## Estrutura de uma bactéria



^ **Célula procariótica**, com parte removida. Ela mede cerca de 2 µm de comprimento.

Bactérias e cianobactérias compõem o reino Monera.

A classificação atual das moneras tem se baseado na sequência de nucleotídeos do RNA ribossômico, que é o material que constitui os ribossomos, organelas responsáveis pela síntese de proteínas.

O estudo da sequência de nucleotídeos do RNA ribossômico permitiu distribuir os procariontes em dois grandes grupos:

- **arqueas** – a maioria das espécies conhecidas vive em ambientes normalmente desfavoráveis à vida, tais como fontes termais, lodo de pântanos, ambientes de alta acidez ou salinidade, embora existam espécies que não habitam locais de condições extremas;
- **eubactérias** – as mais conhecidas e que serão estudadas com mais detalhes neste livro. Incluem as bactérias e as cianobactérias.

As arqueas, também chamadas arqueobactérias (*arqueo* = antigo), receberam esse nome porque, até pouco tempo atrás, considerava-se que este seria o grupo mais primitivo de bactérias. No entanto, estudos recentes, baseados em análises moleculares, indicam que as arqueas não são bactérias – apesar de compartilharem com elas o fato de serem procariontes – e são evolutivamente mais próximas dos eucariontes do que das bactérias.

## 2 Arqueas

Veja os ambientes mostrados nas imagens a seguir.

Esses ambientes, apesar das condições desfavoráveis à sobrevivência da maioria dos seres vivos, fazem parte da biosfera terrestre, ou seja, ali existe vida.

Existem arqueas que vivem em fontes termais, na superfície terrestre ou nas profundezas do mar, onde a temperatura da água é muito elevada, há pouco ou nenhum teor de gás oxigênio e o nível de acidez também é alto.

Outro grupo de arqueas é encontrado em ambientes com alta concentração salina, como em certos lagos e no organismo de peixes marinhos.

As arqueas conhecidas como metanogênicas vivem em locais como pântanos, brejos, sedimentos marinhos, esgotos e no intestino de animais que digerem celulose, como bois e cupins. Seu nome deriva do fato de esses organismos formarem gás metano ( $\text{CH}_4$ ) como produto de seu metabolismo energético.

A distribuição das arqueas na natureza ainda é tema de muita pesquisa no meio científico. As condições ambientais extremas em que as espécies hoje conhecidas são encontradas foram responsáveis pela associação desses procariontes com a Terra primitiva, onde certamente os ambientes eram muito hostis. No entanto, pesquisas recentes indicam que o grupo das arqueas é muito mais diversificado do que se imaginava e que, ao longo de sua evolução, provavelmente não esteve restrito a ambientes extremos.



John Elk III/Getty Images

^ **Fonte termal** em parque dos Estados Unidos. Ali a temperatura da água e o grau de acidez são muito elevados. O colorido da água resulta das populações de arqueas que ali vivem.



Thierry Berrod; Mona Lisa Production/SPL/Latinstock

^ **Lagoa com alta concentração de sal**, na África. A cor rosada da água é consequência da presença de arqueas.



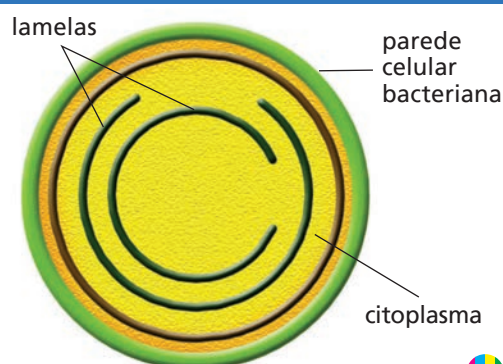
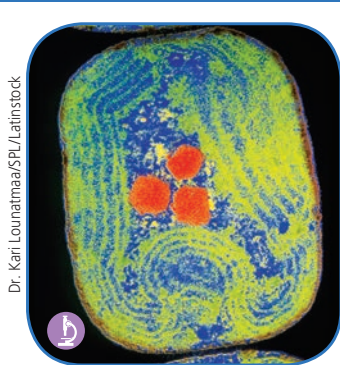
## 3 Eubactérias

### 3.1 Cianobactérias

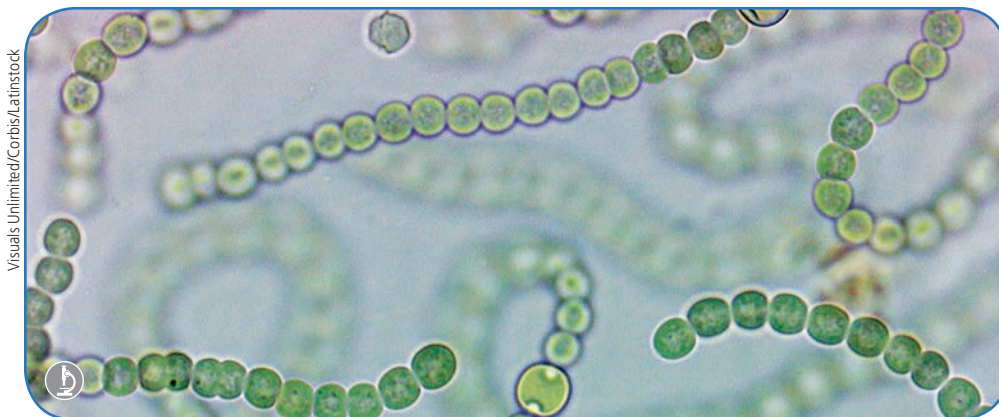
As **cianobactérias** são eubactérias autótrofas, que apresentam um tipo de clorofila e realizam fotossíntese de modo semelhante à fotossíntese de plantas e algas. Em razão dessa semelhança, eram antigamente consideradas um grupo especial de algas chamadas cianofíceas ou “algas azuis” (pela presença de um outro pigmento, azulado). No entanto, diferentemente das algas, as cianobactérias são procariontes e seus pigmentos não estão contidos em organelas, mas sim em lamelas dispostas no citoplasma.

#### Estrutura interna de uma cianobactéria

➤ Estrutura interna de uma cianobactéria, em que é possível ver as **lamelas** nas quais se encontram os pigmentos fotossintetizantes. Os pontos vermelhos são grânulos acumulados no citoplasma da célula que mede cerca de 5 µm de diâmetro. À direita, esquema de uma **cianobactéria**, mostrando as lamelas no citoplasma.



Existem evidências de que os cloroplastos, organelas responsáveis pela fotossíntese nas células de plantas e algas, tenham se originado de cianobactérias primitivas que passaram a viver em simbiose com células eucarióticas. Apesar de unicelulares, a maioria das espécies de cianobactérias ocorre na forma de **colônias**. Existem cianobactérias nos mais diversos ambientes: na água doce, no mar, no solo, na superfície úmida de rochas ou troncos. Esses seres vivos são fundamentais ao equilíbrio ecológico, pois, graças à fotossíntese que realizam, retiram gás carbônico do meio, produzem matéria orgânica e liberam gás oxigênio.



➤ Os filamentos que vemos nessa imagem são formados por **cianobactérias**. Cada pequena estrutura arredondada corresponde a um indivíduo. Esse gênero (*Nostoc*) é capaz de fixar gás nitrogênio presente no ar em compostos nitrogenados importantes para as plantas. Cada indivíduo deste gênero mede cerca de 10 µm de diâmetro.



#### RECORDE-SE

##### Colônia

Reunião de indivíduos de uma mesma espécie, que permanecem unidos, formando uma unidade funcional. É diferente de uma **sociedade**, como a de abelhas, em que os indivíduos não são ligados anatomicamente e há divisão de trabalho.

### 3.2 Bactérias



As **bactérias** possuem, em sua maioria, forma relativamente constante, em razão da presença de uma parede celular espessa. A parede celular das bactérias é formada pela associação de um carboidrato com um protéico, e não é feita de celulose, como a parede celular de células vegetais.

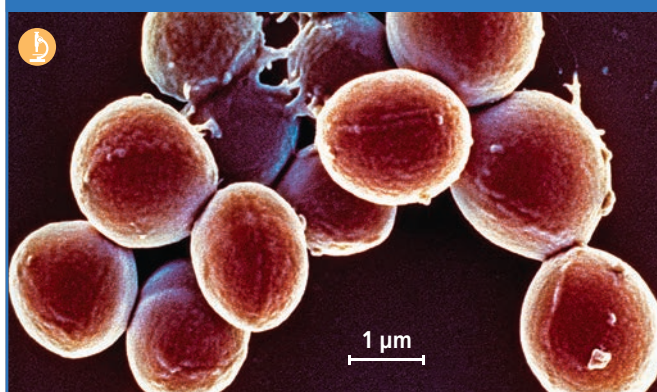
Quanto à forma, ou morfologia, as bactérias podem ser células aproximadamente esféricas, cilíndricas ou espiraladas (helicoidais).

Em função de variações dentro desse aspecto geral e com finalidade didática, costuma-se dividir as bactérias em cinco grupos, quanto à forma:

- **cocos** – são arredondadas, geralmente esféricas, mas com representantes ovóides;
- **bacilos** – são células cilíndricas, alongadas, como bastonetes (pequenos bastões);
- **espirilos** – são filamentos longos, relativamente rígidos e espiralados;
- **espiroquetas** – são também filamentos longos e espiralados, porém mais flexíveis do que os espirilos;
- **vibriões** – possuem aspecto que lembra um bastonete curvo ou uma vírgula.

Nas imagens de microscopia, mostradas a seguir, é possível identificar esses cinco tipos morfológicos de bactérias.

#### Cocos



Dr. Gary Gaugler/SPL/Latinstock

#### Espiroqueta



CDC

#### Espirilos



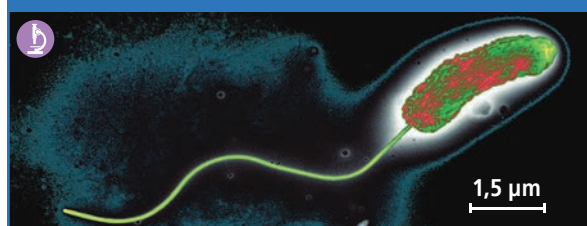
Visuals Unlimited/Corbis/Latinstock

#### Bacilo



Visuals Unlimited/Corbis/Latinstock

#### Vibrião



Eye of Science/SPL/Latinstock



MULTIMÍDIA

**Laminário virtual:**  
**Células procarióticas**  
<<http://www.bdc.ib.unicamp.br/bdc/visualizarMaterial.hp?idMaterial=805#.VwrgMLDYrIUR>>

Com este simulador, você poderá ter uma experiência semelhante à de visualizar células procarióticas ao microscópio óptico. Há bactérias de diferentes formatos, que você pode ver em diversos aumentos.

Acesso em: 08 abr. 2016.



Reprodução



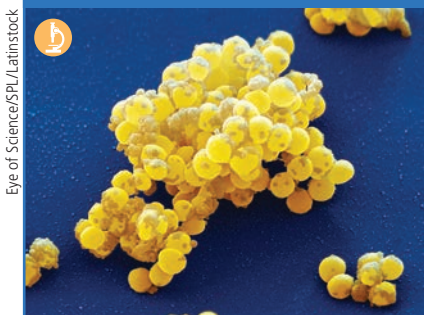
As bactérias podem viver isoladamente ou em grupos, pela reunião de vários indivíduos em um determinado arranjo. Este último caso acontece principalmente com os cocos, mas pode ocorrer também com espécies de bacilos; não ocorre com espirilos, espiroquetas e vibriões.

#### ✓ Arranjos de cocos.

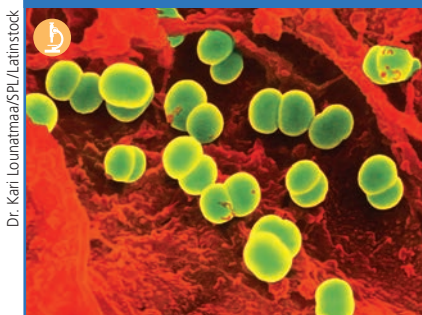
Cada bactéria mede cerca de 0,75 µm de diâmetro.

Veja nas fotomicrografias eletrônicas a seguir três padrões de arranjo em cocos: **estafilococos**, **diplococos** e **estreptococos**. Você pode consultar o glossário etimológico e observar o aspecto morfológico de cada colônia para saber o significado de seus nomes.

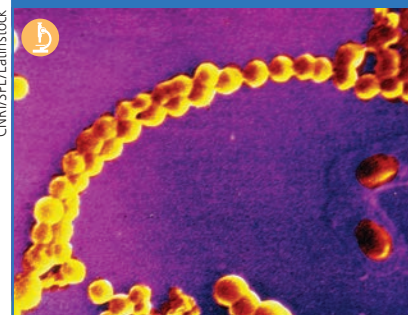
#### Estafilococos



#### Diplococos



#### Estreptococos



Além dos diplococos (reunião de dois cocos), dos estafilococos (arranjo em forma de cacho de uva), e dos estreptococos, que lembram fios encurvados, podem ocorrer ainda as tétrades e as sarcinas. As tétrades são arranjos de quatro cocos e as sarcinas são formadas por cocos que se organizam de forma cúbica.

### Bactérias gram-positivas e gram-negativas

A forma das bactérias é mantida principalmente pela parede celular rígida e espessa, presente na maioria desses seres vivos.

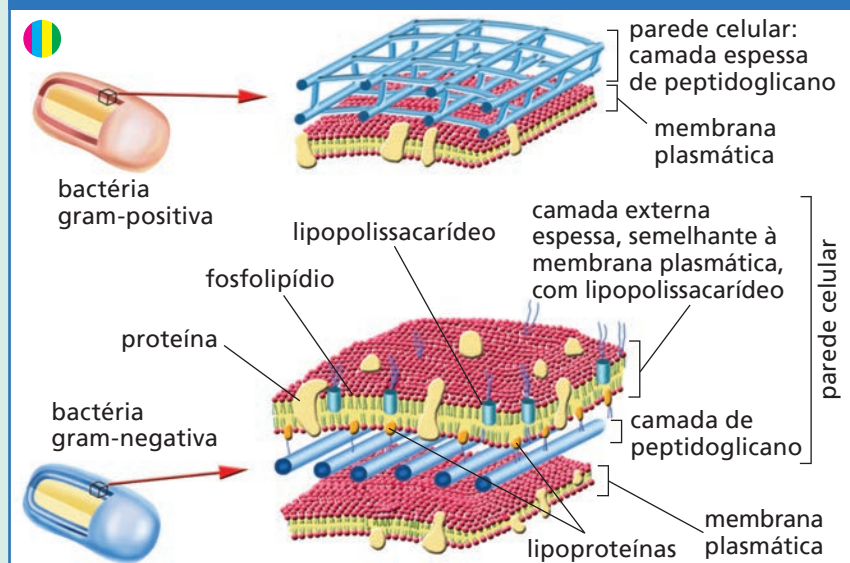
Há dois tipos de parede celular nas bactérias, permitindo separá-las em dois grupos: bactérias gram-positivas e bactérias gram-negativas.

Gram-positivas são as bactérias que retêm um corante especial, de cor violeta; gram-negativas são as que não retêm esse corante.

Essa capacidade de reter ou não o corante depende do tipo de parede celular: as gram-positivas têm parede espessa formada por moléculas de açúcar e aminoácidos; as gram-negativas têm parede mais delgada e possuem também uma outra camada externa, semelhante a uma membrana plasmática.

A técnica de diferenciação desses dois tipos de bactérias recebeu o nome método de Gram, pois foi desenvolvida por Hans Christian Joachim **Gram**, bacteriologista nascido no ano de 1853 em Copenhague e falecido no ano de 1938.

#### Tipos de parede celular em bactérias



✓ Esquema da **estrutura da parede celular** em bactéria gram-positiva e em bactéria gram-negativa, representadas com parte da célula removida.



A divisão bacteriana não é uma mitose, conforme comentado no volume 1 desta coleção.

## Reprodução das bactérias

A reprodução das bactérias ocorre por **bipartição** ou **cissiparidade**: cada bactéria sofre duplicação do material genético e divide-se em duas, geneticamente idênticas entre si. Esse processo é extremamente rápido, permitindo que, em condições favoráveis, cada bactéria dê origem a milhares de novas bactérias, todas idênticas, em pouco tempo.

## Variabilidade genética em bactérias

Existem fenômenos que promovem a variabilidade genética de moneras: a bactéria pode incorporar genes de outras fontes, além do DNA herdado da célula inicial, pelo processo de bipartição.

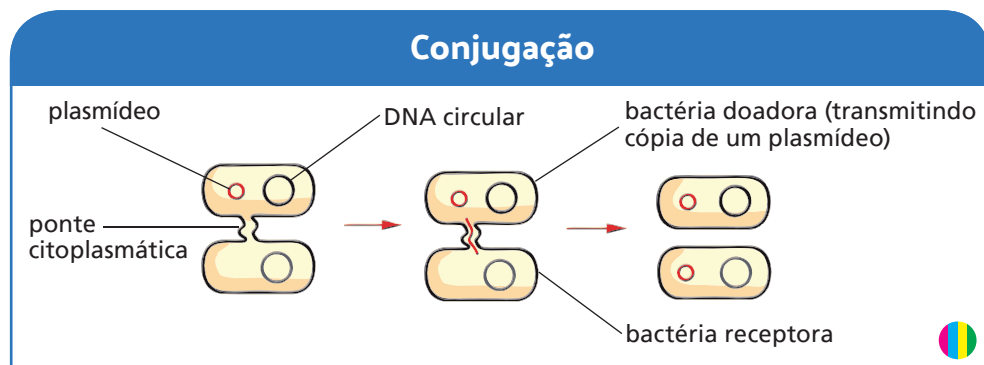
Uma bactéria pode receber genes de outra por meio da **conjugação bacteriana**. Forma-se entre dois indivíduos uma ponte citoplasmática por onde acontece a transferência de DNA. Uma das bactérias atua como doadora e outra como receptora do material genético. A bactéria doadora pode transmitir à receptora uma cópia de seu DNA ou apenas a cópia de um plasmídeo. Encerrada a transferência, as células se separam, e a bactéria receptora pode transmitir seu patrimônio genético modificado no momento da reprodução.



SPL DC/Latinstock

Dois bacilos resultantes do processo de **bipartição** ou **cissiparidade** (cada bacilo mede cerca de 2 µm de comprimento).

DIVULGAÇÃO PNLD



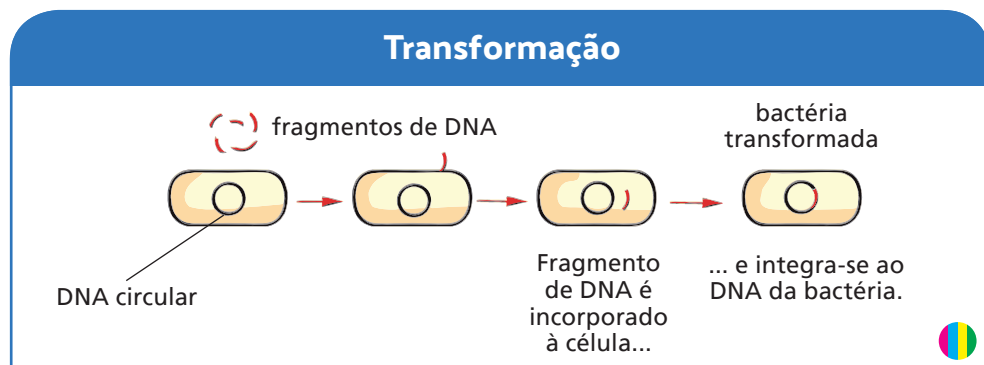
Luis Moura/Arquivo da editora



### CURIOSIDADE

Uma bactéria que se divide a cada 15 minutos dará origem em duas horas a 256 bactérias iguais. Isso significa que em 6 horas poderá formar mais de 15 milhões de clones!

As bactérias podem ainda incorporar, por meio de certas proteínas da membrana plasmática, fragmentos de DNA presentes no meio. Esse processo recebe o nome de **transformação bacteriana**.



Luis Moura/Arquivo da editora



### PENSE E RESPONDA

Na época em que as bactérias eram classificadas como plantas, eram consideradas "esquizófitas". Consultando o glossário etimológico, justifique esse termo, à luz do tipo de reprodução das bactérias.

O termo significa planta (*fit*) que se divide (*esquizo*). As bactérias não são plantas, mas reproduzem-se por bipartição.

Um tipo especial de modificação genética em bactérias ocorre quando certos vírus, os bacteriófagos, "injetam" genes nas bactérias hospedeiras, alterando seu conteúdo genético. Esse mecanismo é chamado **transdução**, e tem sido uma importante ferramenta para a engenharia genética: bacteriófagos são usados como vetores para injeção de genes selecionados em certas espécies de bactérias, para



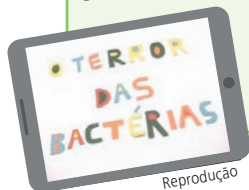
## MULTIMÍDIA

## O terror das bactérias

<[http://www.youtube.com/watch?v=1Ah\\_w0h414w](http://www.youtube.com/watch?v=1Ah_w0h414w)>

Disponível no canal de vídeos do Instituto Butantan, a animação com massa de modelar mostra, de modo simplificado, a ação dos bacteriófagos. O vídeo foi produzido pelo Museu de Microbiologia do Instituto Butantan em parceria com pesquisadores do Instituto de Biociências da USP.

Acesso em: 08 abr. 2016.



Reprodução



< O **iogurte** é produzido a partir da ação de determinadas bactérias no leite.

## Importância das bactérias

## Ação das bactérias na produção de alimentos

Atuando sobre a matéria orgânica, as bactérias podem transformar determinadas substâncias em outras.

Essa condição característica que as bactérias possuem de transformar alimentos em outros produtos tem sido utilizada industrialmente, ou mesmo em ambiente doméstico, para a produção de iogurtes, coalhada, queijo, requeijões e similares.

## Ação das bactérias no ambiente

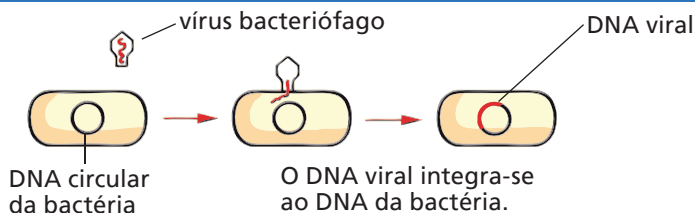
Muitas bactérias decompõem matéria orgânica oriunda de seres vivos, participando, assim, da reciclagem de matéria no ambiente, tanto no solo quanto na água. Essas bactérias são conhecidas por decompositoras, sendo de extrema importância, permitindo, por exemplo, a transformação de matéria orgânica em produtos indispensáveis à nutrição das plantas.

## Ação das bactérias no corpo dos seres vivos

Muitas bactérias são patogênicas. Isso significa que elas causam ou dão origem (gênese) a doenças (pato). As doenças causadas pelas bactérias podem ser

que elas apresentem determinadas alterações em seu metabolismo e produzam substâncias de interesse médico ou científico.

## Transdução



Luís Moura/Arquivo da editora

## Metabolismo bacteriano

A diversidade metabólica dentro do reino das moneras é a maior em relação aos demais grupos de seres vivos. A maioria das bactérias é heterótrofa, podendo realizar fermentação, respiração aeróbia (na qual utilizam gás oxigênio) ou respiração anaeróbia, que ocorre na ausência de gás oxigênio, mas utilizando substâncias que possuem oxigênio em suas moléculas. Além disso, existem bactérias autótrofas, que realizam fotossíntese e outras que realizam quimiossíntese, como as **sulfobactérias**, que oxidam compostos de enxofre, as **ferrobactérias**, que oxidam compostos de ferro, e as **nitrobactérias**, que oxidam compostos de nitrogênio.

A diversidade de processos com os quais bactérias obtêm energia está relacionada aos diversos nichos ecológicos que elas ocupam, e também com a variedade de interações que se estabelecem entre bactérias e seres humanos. Veja alguns exemplos no quadro a seguir.

extremamente graves, pois, atuando nos organismos vivos, degradam seus tecidos e produzem substâncias tóxicas capazes de provocar sérios distúrbios.

É importante lembrar que nem todas as bactérias encontradas no interior de um organismo são nocivas à saúde. Algumas chegam a formar associações harmônicas com outros organismos, em que ambos se beneficiam (mutualismo). É o caso de bactérias que vivem no intestino humano, compondo uma microbiota presente nos indivíduos saudáveis. Além de atuarem na formação das fezes, essa microbiota produz uma substância importante para os mecanismos de coagulação sanguínea, a vitamina K.

## Ação das bactérias sobre os alimentos

Muitos alimentos consumidos por nós e por outros animais são também utilizados por bactérias que, agindo sobre eles, provocam deterioração, tornando-os impróprios ao consumo.

Você pode facilmente relacionar alguns alimentos que costumam ser deteriorados por ação de bactérias, como carne de várias origens, frutas e verduras. Consumir alimentos frescos e dentro do prazo de validade são hábitos essenciais para evitar intoxicação.

## 4 Bactérias e saúde humana

Existem espécies de bactérias que, atingindo o organismo dos seres vivos, podem causar doenças. Essas bactérias são chamadas patogênicas. Vamos analisar algumas das doenças causadas por bactérias patogênicas que afetam os seres humanos.

### 4.1 Cárie dentária

A **cárie dentária** é uma patologia causada por bactérias que proliferam na boca. A higiene bucal é essencial para prevenir a cárie, com a escovação correta dos dentes após as refeições e evitando-se o consumo de alimentos muito açucarados. O tratamento da cárie é feito por um(a) dentista, que deve ser visitado regularmente para manter a saúde bucal.



#### ^ Cárie dentária:

patologia causada por bactérias e que pode ser prevenida com higiene bucal.

### 4.2 Disenteria

A **disenteria** pode ser causada por bacilo ou por ameba, que é um protozoário. Existem, portanto, dois tipos de disenteria: a bacilar e a amebiana (amebíase).

Essa doença se caracteriza pela inflamação do intestino, disfunção que se manifesta por cólicas e diarreias intensas, com muco e sangue nas fezes, geralmente muito liquefeitas. A disenteria bacilar pode levar à desidratação e grande perda de peso.

Como a transmissão é feita por água e alimentos contaminados, a prevenção consiste em hábitos higiênicos necessários na utilização da água, de verduras, frutas e legumes, principalmente.



#### PENSE E RESPONDA

**Disenteria** é uma palavra formada a partir do prefixo **dis-** e de **enteron**. Consulte o glossário etimológico e explique o significado no caderno.

Mau funcionamento (**dis-**) do intestino (**enteron**).

### 4.3 Meningite

A **meningite** é a inflamação das meninges, membranas que revestem a parte central do sistema nervoso e pode ser causada por bactéria, por vírus ou por amebas. A meningite causada por bactéria é mais frequente do que a provocada por vírus e amebas, e é tratada com antibióticos.

A principal bactéria causadora de meningite é o meningococo, que se reúne em grupos de dois indivíduos, ou seja, diplococos.

O contágio se faz pelo ar e também por meio de copos, pratos e talheres usados por doentes e não esterilizados adequadamente.

A melhor proteção contra a meningite consiste na vacinação e no cuidado com a utilização de talheres, copos, pratos etc. Em época de surtos da doença, é especialmente importante evitar permanecer em ambientes fechados e malventilados.

### 4.4 Hanseníase

A **hanseníase**, popularmente conhecida por lepra, já foi verdadeiro flagelo para a humanidade, mas, felizmente, hoje é doença controlada, com possibilidade de cura desde que o tratamento, feito com antibióticos, seja orientado pelo médico.

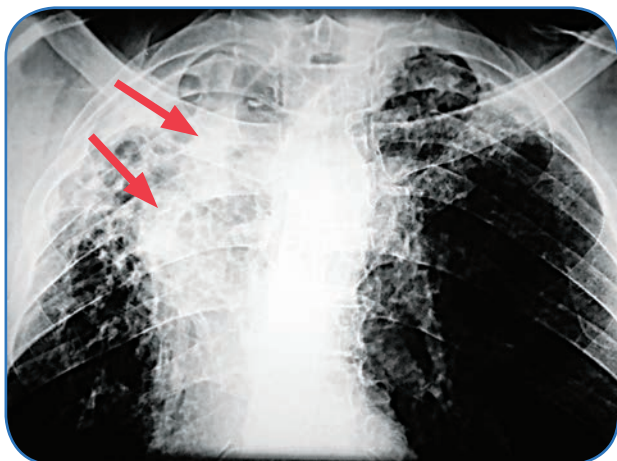
A doença afeta, em particular, a pele e o sistema nervoso, provocando perda de sensibilidade e deformações na pele. É causada por bacilo e o contágio se faz pelo contato direto com o doente.



#### ATENÇÃO

Os **antibióticos** atuam sobre bactérias, combatendo, assim, doenças causadas por elas. **Não agem contra vírus**, razão pela qual as viroses não são tratadas com antibióticos.





- ▶ Radiografia de tórax de paciente com **tuberculose**. Observe que as regiões esbranquiçadas, indicadas pelas setas no pulmão direito, não existem no pulmão esquerdo. Essas manchas opacas indicam lesões características da tuberculose no pulmão, conhecidas como "cavernas".



### PENSE E RESPONDA

Recentemente, foram encontradas, em diversos países, "superbactérias", como estão sendo chamadas as variedades resistentes a antibióticos, inclusive aos mais potentes conhecidos. Imagine que você é jornalista, trabalha para uma revista e recebeu a missão de fazer uma matéria a respeito das superbactérias e como elas surgem. Busque informações e, se possível, entreviste especialistas. Produza o texto e as ilustrações da matéria, que deverá ocupar o espaço de metade de uma página. [Veja subsídios no Manual.](#)



- ▶ Bacilos da espécie ***Clostridium tetani***, causadores do tétano. Cada célula mede cerca de 5 µm de comprimento.

## 4.5 Tuberculose

A **tuberculose** afeta principalmente os pulmões, mas pode ocorrer em outros órgãos, como os rins, os ossos e os linfonodos (gânglios linfáticos). É causada por um bacilo, descoberto pelo cientista alemão Heinrich Hermann (Robert) Koch, no ano de 1882, época em que a tuberculose era responsável por cerca de 15% das mortes na Europa.

O nome científico desse bacilo é *Mycobacterium tuberculosis*, também conhecido por "bacilo de Koch", em alusão ao seu descobridor.

Como os bacilos são transmitidos pelo ar, uma importante medida preventiva é adotar os mesmos hábitos higiênicos recomendados para prevenção de toda doença com essa forma de transmissão: evitar ambientes malventilados, usar lenços para cobrir o rosto ao tossir e espirar, lavar as mãos com frequência.

Com relação à tuberculose existe vacina, geralmente aplicada na infância: é a vacina BCG, que significa Bacilo Calmette e Guérin, sigla derivada dos nomes dos cientistas que a desenvolveram: Albert Calmette e Camille Guérin.

## 4.6 Tétano

O **tétano** é causado pelo *Clostridium tetani*, um bacilo que produz uma substância altamente tóxica para o sistema nervoso, provocando fortes contrações musculares e muita dor.

Essa é uma doença grave, com alto índice de mortalidade se não houver atendimento hospitalar logo aos primeiros sintomas. O tratamento geralmente inclui o soro antitetânico, que neutraliza a toxina produzida pelo bacilo. Devido à vacinação, sua incidência diminuiu consideravelmente ao longo dos anos de 1980 a 2000.

Os bacilos do tétano têm metabolismo anaeróbico e vivem principalmente no solo, onde podem sobreviver por anos. Sua penetração no corpo humano ocorre em consequência de cortes e outras lesões na pele.

Do ponto de vista da prevenção, é importante andar sempre com os pés calçados e não entrar em contato com terra que contenha estrume ou outros materiais provavelmente contaminados. A vacina antitetânica também é fundamental na prevenção dessa grave doença e deve ser administrada na infância, com reforço a cada dez anos durante toda a vida.

## 4.7 Cólera

A cólera é causada por uma bactéria do tipo vibrião, cujo nome científico é *Vibrio cholerae*, popularmente conhecido por vibrião da cólera.

O contágio é feito pelo consumo de água e alimentos contaminados. No intestino, essas bactérias, que se reproduzem rapidamente, liberam uma toxina que afeta as células intestinais, provocando grande perda de água e de sais minerais e dificultando a absorção de nutrientes. Em consequência, ocorre intensa diarreia, com fezes líquidas e de aspecto típico, conhecido por “fezes em água de arroz”. O doente defeca seguidamente, passando por intensa e rápida desidratação, que pode levá-lo à morte em um dia ou pouco mais.

Esse quadro, que pode ser drástico conforme descrito, só ocorre, no entanto, por falta de assistência médica imediata, pois o tratamento é relativamente simples, eficiente e seguro: consiste na reposição de líquidos e sais minerais, por via oral ou endovenosa, a critério médico, que poderá indicar também o uso de medicação específica. Via endovenosa é a aplicação de substâncias, normalmente medicamentos ou sangue, de maneira direta na veia. Uma das vantagens desse procedimento é a atuação mais rápida do medicamento.

Como medida preventiva, é importante o consumo de água com o devido tratamento e ingerir apenas alimentos corretamente lavados ou cozidos.

Também devem merecer especial atenção o consumo de frutos do mar, especialmente ostras, mexilhões e outros moluscos, além dos peixes.



### ^ Vibrião da cólera

(*Vibrio cholerae*).

Mede cerca de 2 µm de comprimento, sem o flagelo.

## 4.8 Sífilis

A sífilis é causada pelo espiroqueta *Treponema pallidum*.

A principal forma de contágio é a via sexual, e a entrada do *Treponema pallidum* no organismo frequentemente se dá através de pequenas lesões que ocorrem nas áreas sujeitas a atrito durante a relação sexual.

O primeiro sinal da infecção aparece entre dez a vinte dias após a relação sexual, representado por uma lesão discreta na área genital denominada cancro duro, que desaparece após aproximadamente trinta dias.

Depois de alguns dias sem manifestação aparente, surgem manchas avermelhadas na pele e a partir daí podem surgir lesões maiores, principalmente na região dos genitais. Se não forem tratadas, essas feridas desaparecem em dois a três meses, e a doença permanece, então, em estado de latência, podendo manifestar-se anos depois, com graves lesões de vários órgãos, como o coração, os rins e o encéfalo.

Durante todo o período sem manifestação, o doente pode transmitir a sífilis até mesmo sem saber que está doente.

Apesar de sua extrema gravidade quando não tratada devidamente, a sífilis diagnosticada e tratada no início é curável quase que em todos os casos, com administração de antibióticos. Lembre-se de que o tratamento da sífilis, como de qualquer outra doença, deve ser orientado sempre pelo médico.

A sífilis pode ser detectada por exame de sangue: a sorologia (teste sorológico) para sífilis. Esse exame, no entanto, só apresenta resultado confiável a partir de cinco semanas após a contaminação.

Consulte o Manual.



### REÚNA-SE COM OS COLEGAS

Existem muitas outras doenças graves causadas por bactérias patogênicas, como o botulismo, a leptospirose, a febre maculosa, a febre tifoide, o tifo, a difteria ou crupe, a gonorreia, o cancro mole e o linfogranuloma venéreo. Com um colega, busque informações a respeito de uma dessas doenças e produzam um folheto ilustrado que explique sua causa, seus sintomas e por que o atendimento médico deve ser procurado.



# VAMOS CRITICAR O QUE ESTUDAMOS?

## Fotossíntese e bactérias

No texto, é dito que algumas bactérias realizam fotossíntese e que esse processo é feito com a utilização da energia luminosa.

No entanto, as únicas bactérias que realizam fotossíntese semelhante à realizada pelas plantas são as cianobactérias, que têm clorofila *a*, além de um pigmento vermelho (ficoeritrina) e um azul (ficocianina).

As demais bactérias fotossintetizantes não utilizam comprimentos de onda do espectro visível,

mas sim o infravermelho, que é invisível à vista humana. Além disso, as bactérias fotossintetizantes não possuem clorofila *a*, presente nos demais seres fotossintetizantes. Elas têm um tipo de clorofila chamado bacterioclorofila. Essas bactérias não utilizam água no processo fotossintético e, em consequência, não liberam oxigênio, e sim enxofre, pois utilizam gás sulfídrico. Veja a equação geral desse processo:



Não se esqueça de que muitas bactérias são autotróficas por realizarem quimiossíntese e não fotossíntese.

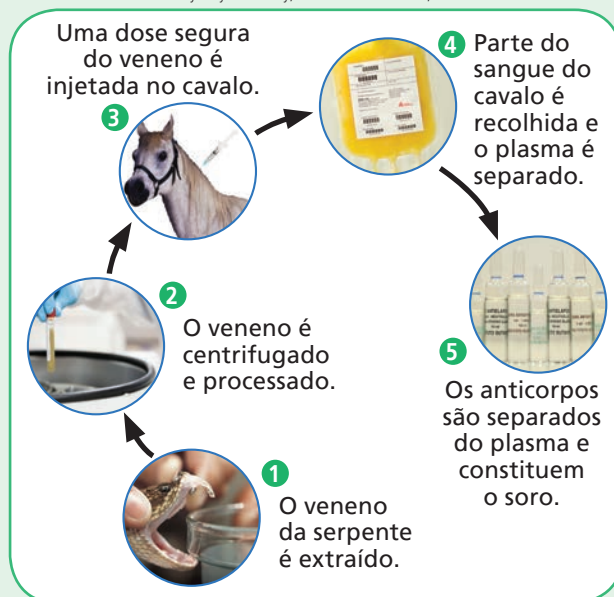
## Qual é a diferença entre soro e vacina?

Para evitar muitas doenças causadas por micro-organismos, os cientistas já desenvolveram **vacinas** eficientes, que constituem uma importante medida de prevenção. As vacinas são produzidas com base nos próprios agentes etiológicos da doença, modificados para uma forma atenuada ou inativada. A administração da vacina faz com que células do sistema imune produzam anticorpos específicos contra o agente contido na vacina. Assim, uma vacina desenvolvida para prevenção do tétano não será eficiente na prevenção contra outras doenças. A vacinação é chamada **imunização ativa**, pois é o próprio organismo vacinado que produz os anticorpos.

Existe também a **imunização passiva**, que consiste na administração de anticorpos diretamente no organismo. Esses anticorpos podem ser obtidos a partir de outros animais. Vamos tomar como exemplo o caso do tétano: se a pessoa sofre um corte profundo na pele e tem contato com o solo, há risco de entrada do bacilo no organismo. A vacina antitetânica não serviria nesse caso, pois a produção de anticorpos com base na vacina é relativamente lenta. Portanto, administra-se o soro antitetânico, que já

contém anticorpos prontos, para destruição rápida dos bacilos. A pessoa que recebe apenas o soro, porém, não está imune a outros episódios de infecção pelo bacilo do tétano, pois os anticorpos contidos no soro não passam a ser produzidos por suas células.

Créditos: Foto 1 - Werner Rudhart/Kino; Foto 2 - Dana Neely/Getty Images; Foto 3 - Photodisc/Danny Smythe/Alamy; Foto 4 - Shutterstock; Foto 5 - Iara Venanzi/Kino



▲ Principais etapas da produção de **soro antiofídico**.

As figuras estão representadas em diferentes escalas.





## 1 As bactérias e a Meteorologia

Poderão as bactérias ter influência no clima e nos fenômenos meteorológicos em geral? Um dos primeiros trabalhos científicos a esse respeito foi publicado em 1998, reunindo evidências de que elas podem influir na formação de nuvens.

Em 1999, a cientista Birgit Sattler, de uma universidade austríaca, comprovou a existência de bactérias em amostras colhidas em nuvens nos Alpes. As bactérias estavam vivas, ativas e se reproduzindo.

Alguns cientistas especulam que as bactérias das nuvens possam exercer importante papel na formação da camada de ozônio e, assim, consideram a possibilidade de serem utilizadas em processo de evitar ou minimizar a destruição da camada de ozônio. Há indícios também de que essas bactérias influenciam a formação de cristais de

gelo nas nuvens; cristais esses, como é sabido, que favorecem a precipitação de chuva, neve e granizo.

Segundo o microbiologista norte-americano Brent Christner, as chuvas e outros fenômenos atmosféricos podem promover a dispersão das bactérias, favorecendo a colonização de novos ambientes por esses organismos.

A presença de bactérias nas nuvens e seu significado relacionado com as condições meteorológicas é objeto de pesquisa em diversas universidades em todo o mundo. A grande questão é determinar se a concentração desses seres nas nuvens é alta o suficiente para induzir, de modo significativo, a formação de chuvas.

Fonte: MENDONÇA, J. E. O que bactérias estão fazendo nas nuvens? *Planeta Sustentável*. 01 fev. 2013. Disponível em: <<http://planetasustentavel.abril.com.br/blog/planeta-urgente/o-que-bacterias-estao-fazendo-nas-nuvens/>>.

Acesso em: 30 mar. 2016.

### DEPOIS DA LEITURA...

Além das nuvens, procariontes estão presentes nos mais diversos ecossistemas da Terra. Escolha um ambiente de condições abióticas extremas e descubra quais procariontes vivem ali. Para isso, consulte livros e sites de divulgação científica. Escolha uma espécie de procarionte e descreva as características que permitem a sobrevivência em um ambiente extremo. [Consulte o Manual.](#)

## 2 Aterro utiliza tecnologia de ponta para tratamento de resíduos

O desenvolvimento e o avanço econômico das cidades quase sempre é acompanhado de um grande problema: o que fazer com os resíduos produzidos? Lixões a céu aberto trazem graves prejuízos ao ambiente e à população. Os aterros sanitários são uma alternativa, que exige grande cuidado na coleta e tratamento do chorume, um líquido tóxico que pode contaminar lençóis freáticos. O chorume resulta da decomposição da matéria orgânica por bactérias presentes no solo.

Em Angra dos Reis (RJ), o problema do chorume foi solucionado com o chamado “aterro sanitário celular”, que utiliza a **biorremediação** para acelerar a decomposição do lixo e do chorume, que é enviado para tanques e misturado com culturas de bactérias anaeróbias – as mesmas que vivem no sistema digestório dos animais ruminantes – e nutrientes (vinagre, sangue bovino e sal). Ali o chorume sofre

decomposição e perde grande parte de sua toxicidade. Em seguida, o material vai para “biofiltros”, onde bactérias fixadoras de nitrogênio transformam-no em substâncias inócuas, sem resíduos tóxicos.

Esse tipo de aterro pode trazer benefícios não somente ao meio ambiente. Como a área do aterro torna-se rica em matéria orgânica, a próxima fase desse projeto prevê a criação de uma cooperativa de floricultores no local, gerando uma nova fonte de renda para a população local.

Fonte:

BARIFOUSE, R. Problemas enterrados. *Ciência Hoje*, v. 34, n. 199, p. 38-39, 2003.

### DEPOIS DA LEITURA...

Busque informações a respeito de outro exemplo do uso de bactérias para biorremediação e faça um resumo do que você descobriu, no caderno.

Um exemplo interessante são as bactérias capazes de degradar o plástico do tipo PET, descobertas em 2015. Veja mais informações no Manual.

## Revedo e aplicando conceitos

1. A maioria das arqueas é encontrada em ambientes de condições extremas.

1. Alguns biólogos referem-se às arqueas como "bactérias extremófilas", termo que significa "afinidade pelo extremo". Por que utilizar esse termo para descrever as arqueas? 2. Os estreptococos são colônias em forma de fileiras (fios encurvados) e os estafilococos são colônias em forma de cacho de uva.

2. Como um pesquisador, observando micro-organismos ao microscópio, poderia diferenciar uma colônia de estreptococos de uma colônia de estafilococos?

3. Consultando a bula de um antibiótico, o paciente encontrou as seguintes informações: 3. a) Não, pois esse medicamento tem afinidade por células de bactérias. Consulte o Manual.

"A DOXICICLINA é ativa contra uma variedade de bactérias gram-positivas e gram-negativas. Acredita-se que exerça sua ação antimicrobiana pela inibição da síntese proteica."

Utilizando seus conhecimentos, responda:

a. Antibióticos podem ser usados no tratamento de doenças causadas por vírus? Por quê?  
b. O que são bactérias "gram-negativas" e "gram-positivas"? 3. b) Consulte o Manual.

4. Dê dois exemplos de bactérias que apresentam relação de mutualismo com seres vivos de outros reinos.

5. Podemos fazer um queijo seguindo a "receita" abaixo:

5. No leite existem bactérias, que causam a fermentação dos açúcares do leite.

- separa-se um copo de leite, sem ferver, deixando de um dia para outro, até que ele fique azedo;
- aquece-se aproximadamente 1 litro de leite, até que fique morno;
- mistura-se o leite coalhado com o leite morno, mexendo bem e deixando fora da geladeira;
- no dia seguinte, quando todo o leite estiver coalhado, coloca-se em um pequeno saco de pano, que será pendurado, para que o soro esorra.

Está pronto o queijo. Falta só temperar, o que depende do gosto de cada um, e deve ser feito enquanto o soro esorre. O "segredo" na fabricação desse queijo está no copo de leite azedo. Explique o porquê.

6. Para cada uma das condições a seguir, cite pelo menos duas doenças causadas por bactérias:

6. a) Meningite, disenteria, cárie dentária.

a. falta de cuidados de higiene pessoal;

6. b) Cólera, disenteria.

b. água contaminada;

6. c) Sífilis, gonorreia.

c. relações sexuais sem preservativo (camisinha).

4. Bactérias que vivem no intestino de ruminantes, bactérias da microbiota intestinal humana, bacteriorrizas.

## Trabalhando com gráficos

7. a) A divisão binária ou cissiparidade é o processo de divisão celular no qual uma bactéria origina duas bactérias geneticamente idênticas à inicial.

7. Imagine a seguinte situação: uma bactéria de uma determinada espécie foi colocada em meio de cultura com nutrientes. A cada 20 minutos, ocorria a divisão binária da bactéria e de suas descendentes.

a. Explique o que é a divisão binária.

b. Após 1 hora, quantas bactérias devem ser encontradas no meio? 7. b) Ao final de 1 hora (3 intervalos de 20 minutos) serão encontradas 8 bactérias.

c. Represente esse aumento na população de bactérias em um gráfico. Pense em qual tipo de gráfico expressa melhor essa informação antes de construí-lo em seu caderno. 7. c) Consulte o Manual.

d. Considere que a bactéria inicial era vulnerável ao antibiótico X. Após 24 horas, com milhares de bactérias presentes no meio, foi introduzida uma solução contendo plasmídeos com gene que confere resistência ao antibiótico X. Verificou-se que algumas bactérias adquiriram resistência a X. Explique esse resultado.

7. d) Transformação: incorporação de DNA contendo gene que confere resistência ao antibiótico.

## Ciência, Tecnologia e Sociedade

8. A tuberculose já foi chamada "mal do século XIX", sendo responsável, naquela época, por muitas mortes no Brasil e no mundo. O texto a seguir relata um pouco a respeito da história da tuberculose no Brasil.

A partir dos últimos anos do século XVIII, associou-se à tuberculose pelo menos duas representações. A primeira, a definia como uma "doença romântica", idealizada nas obras literárias e artísticas ao estilo do romantismo e identificada como uma doença característica de poetas e intelectuais. A segunda, gerada em fins do século XIX, qualificava a doença como "mal social" [devido a maior incidência de tuberculose nas classes populares] e firmou-se, claramente, no decorrer do século XX. [...]

A identificação do bacilo de Koch, em 1882, como o agente etiológico da tuberculose foi um marco fundamental para o conhecimento da doença. Significou também uma importante contribuição para o fortalecimento da teoria da transmissibilidade das doenças, que vinha se desenvolvendo com as pesquisas de Pasteur e outros cientistas. [...] Os avanços científicos que marcaram esse período vieram questionar conceitos até então aceitos, como o "fator clima" na cura da tuberculose, e a hereditariedade na etiologia da doença. [...]

FERNANDES, T. (Org.). *Memória da tuberculose: acervo de depoimentos*. Rio de Janeiro: FIOCRUZ: Casa de Oswaldo Cruz, 1993.

8. a) Resposta pessoal. O texto menciona que a doença tinha maior incidência nas classes populares e entre artistas.

A partir da leitura do texto e do que estudamos no capítulo, responda:

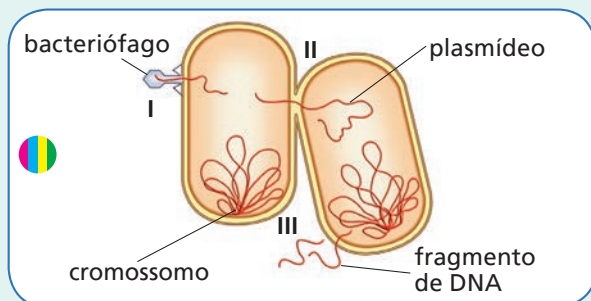
- Em sua opinião, por que a tuberculose era uma doença estigmatizada?
- De que forma o conhecimento científico alterou a visão que a sociedade tinha dos doentes de tuberculose?
- Qual é a importância das campanhas de prevenção e alerta em relação à tuberculose?

8. b) A doença é transmitida pelo bacilo de Koch, e não é causada pelas condições sociais dos indivíduos.  
8. c) Consulte o Manual.  
Para mais informações sobre a tuberculose, consulte o site do Ministério da Saúde: <<http://www.saude.gov.br/tuberculose>>. Acesso em: 31 mar. 2016.

## Questões do Enem e de vestibulares

9. I – transdução; II – conjugação; III – transformação.

9. (UFMG) Um dos problemas da resistência a antibióticos consiste na disseminação de genes de resistência entre as bactérias. Analise a figura a seguir, em que estão indicados os mecanismos – I, II e III – de transmissão de genes entre bactérias:



A partir dessa análise e considerando outros conhecimentos sobre o assunto, identifique esses três mecanismos.

10. (Enem-2003) Na embalagem de um antibiótico, encontra-se uma bula que, entre outras informações, explica a ação do remédio do seguinte modo:

*O medicamento atua por inibição da síntese proteica bacteriana.*

Essa afirmação permite concluir que o antibiótico:

- impede a fotossíntese realizada pelas bactérias causadoras da doença e, assim, elas não se alimentam e morrem.
- altera as informações genéticas das bactérias causadoras da doença, o que impede manutenção e reprodução desses organismos.
- dissolve as membranas das bactérias responsáveis pela doença, o que dificulta o transporte de nutrientes e provoca a morte delas.

d. elimina os vírus causadores da doença, pois não conseguem obter as proteínas que seriam produzidas pelas bactérias que parasitam.

10. e. interrompe a produção de proteína das bactérias causadoras da doença, o que impede sua multiplicação pelo bloqueio de funções vitais.

11. (Enem-2015) A remoção de petróleo derramado em ecossistemas marinhos é complexa e muitas vezes envolve a adição de mais substâncias ao ambiente. Para facilitar o processo de recuperação dessas áreas, pesquisadores têm estudado a bioquímica de bactérias encontradas em locais sujeitos a esse tipo de impacto. Eles verificaram que algumas dessas espécies utilizam as moléculas de hidrocarbonetos como fonte energética, atuando como biorremediadores, removendo o óleo do ambiente.

KREPSKY, N.; SILVA SOBRINHO, F.; CRAPEZ, M. A. C. *Ciência Hoje*, n. 223, jan.-fev. 2006 (adaptado).

Para serem eficientes no processo de biorremediação citado, as espécies escolhidas devem possuir

- células flageladas que capturem as partículas de óleo presentes na água.
  - altas taxas de mutação, para se adaptarem ao ambiente impactado pelo óleo.
  - enzimas, que catalisem reações de quebra das moléculas constituintes do óleo.
  - parede celular espessa, que impossibilite que as bactérias se contaminem com o óleo.
  - capacidade de fotossíntese, que possibilite a liberação de oxigênio para a renovação do ambiente poluído.
12. (Enem-2012 – mod.) Muitas vezes, a falta de saneamento está relacionada com o aparecimento de várias doenças. Nesse contexto, um paciente dá entrada em um pronto atendimento relatando que há 30 dias teve contato com águas de enchente. Ainda informa que nesta localidade não há rede de esgoto e drenagem de águas pluviais e que a coleta de lixo é inadequada. Ele apresenta os seguintes sintomas: febre, dor de cabeça e dores musculares.

Disponível em: <<http://portal.saude.gov.br>>. Acesso em: 27 fev. 2012 (adaptado).

Relacionando os sintomas apresentados com as condições sanitárias da localidade, há indicações de que o paciente apresenta um caso de

- difteria.
- botulismo.
- tuberculose.
- leptospirose.
- meningite meningocócica.



# Protistas



## 1 Termos protista e protoctista



### PENSE E RESPONDA

Consulte o glossário etimológico e dê o significado da palavra **protozoário**. Anote no caderno.

Protozoário: primeiro (*protos*) animal (*zoário*). Veja comentários no Manual.



### MULTIMÍDIA

#### Protozoa

<<http://cifonauta.cebimar.usp.br/taxon/protozoa/>>

No site Cifonauta, do Centro de Biologia Marinha da Universidade de São Paulo, você encontra fotos e vídeos de protistas. Pelo sistema de busca do site, você também pode ver a diversidade de algas marinhas do litoral brasileiro.

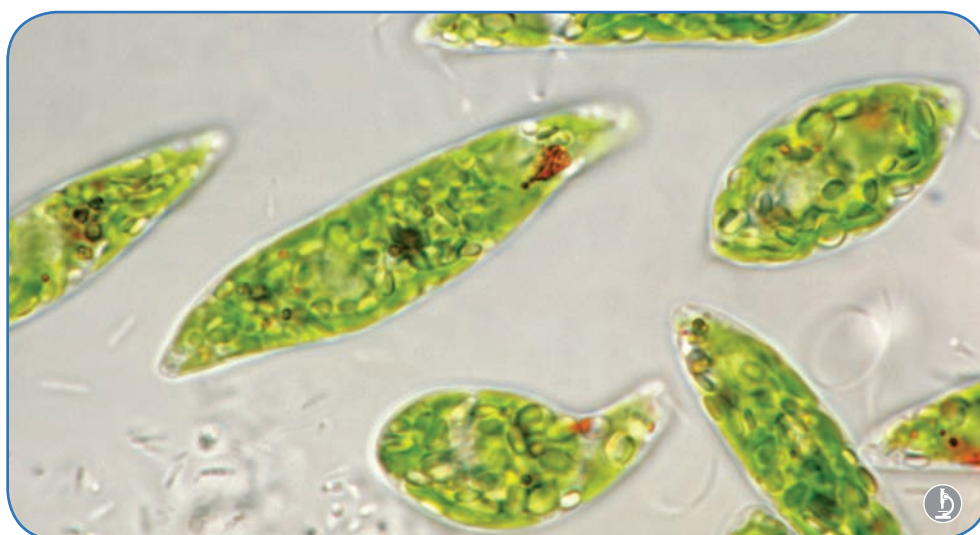
Acesso em: 04 abr. 2016.



Ao tempo do pesquisador sueco Carolus Linnaeus, ou simplesmente Lineu, e com sua importante participação, os seres vivos eram distribuídos em apenas dois reinos: Animais e Plantas. Naquela época, início do século XVIII, as bactérias e as algas unicelulares eram consideradas plantas unicelulares; os fungos, hoje constituindo um reino, eram tidos como plantas heterótrofos. Os protozoários eram classificados como animais unicelulares.

Com o conhecimento cada vez maior dos seres microscópicos, começou a ficar difícil caracterizar alguns seres como animais ou como plantas. Surgiu, então, o termo **protista**, criado para designar um reino que agruparia seres com características, a um só tempo, de animais e plantas, como a euglena, por exemplo. Um dos principais responsáveis por esse novo termo foi o cientista alemão Ernst Haeckel (1834-1919).

O termo protista deixou de ser usado em seu significado inicial, passando a designar os seres unicelulares eucariontes, de acordo com a proposta feita pelo cientista norte-americano Robert H. Whittaker, no ano de 1969, que classificou os seres vivos de estrutura celular em cinco reinos. Margulis e Schwartz, na década de 1980, basearam-se nesse sistema, mas modificaram principalmente o grupo dos protistas. Segundo essas autoras, os organismos eucariontes *uni* ou *multicelulares* sem tecidos devem ser classificados no reino Protoctista, deixando o termo Protista apenas para os unicelulares eucariontes. Preferimos, no entanto, simplificar e não usar o termo Protoctista como o nome do reino, mas sim Protista, como muitos pesquisadores vêm fazendo, por esse ser o termo mais consagrado pelo uso.

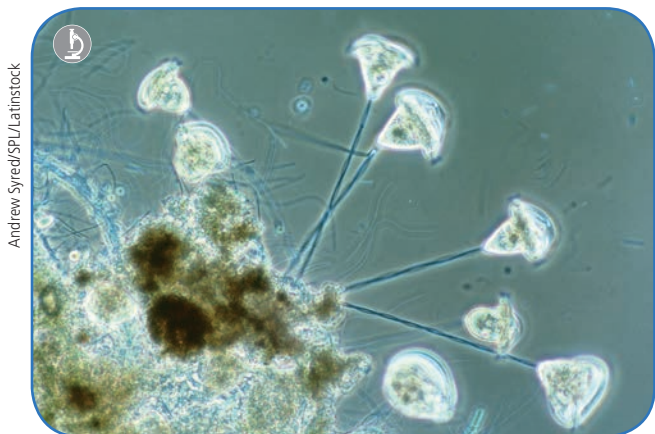


Michael Abbey/Visuals Unlimited/Glow Images

^ Cada organismo desta imagem é uma **euglena** com cerca de 80 µm de comprimento.

Vamos considerar, então, os protistas divididos em dois grupos:

- **protozoários** – eucariontes unicelulares heterótrofos;
- **algas** – eucariontes unicelulares ou multicelulares sem tecidos, autótrofos por fotossíntese.



Andrew Syred/SPU/Latinstock

^ **Vorticella**, **protozoário** de água doce, constituído de um pedúnculo que pode chegar a 1 mm de comprimento e de uma estrutura em forma de sino que mede entre 50 µm e 100 µm de diâmetro.



AGE Fotostock/Grupo Keystone

^ **Alga marinha** do gênero *Caulerpa*. Esta alga é macroscópica e mede cerca de 5 cm de comprimento.

O termo **protozoário**, que significa “primeiro animal”, foi criado na época em que eles eram classificados como animais, em virtude de terem certas características próprias daqueles seres e opostas às das plantas: heterotrofia e capacidade de locomoção, por exemplo. Assim, quando os seres vivos eram classificados apenas em animais e plantas, falava-se em animais unicelulares ou **protozoários** e animais multicelulares ou **metazoários**.

Atualmente, o termo **metazoário** pode ser usado como sinônimo de animal, e os **protozoários** são os protistas heterótrofos, não sendo mais considerados animais. O termo **protozoário** não possui significado taxonômico.

Os **protozoários** são seres heterótrofos, incorporando seus alimentos por absorção ou ingestão. Alguns são de vida livre e alguns vivem no corpo de outros seres vivos, principalmente como parasitas. Entre os de vida livre existem os que vivem na água doce, os que vivem no mar e também os que são encontrados em solos úmidos.

Ao contrário dos **protozoários**, as **algas** são seres autótrofos. Elas possuem pigmentos diversos, responsáveis pelas diferentes cores que as algas podem ter, mas entre esses pigmentos, está sempre presente a **clorofila a**, necessária à realização da fotossíntese.

As **algas unicelulares** são encontradas no ambiente terrestre úmido e no aquático, ocorrendo em maior quantidade neste último. No ambiente aquático, pertencem geralmente ao **fitoplâncton** e, como produtores que são, situam-se na base de numerosas cadeias alimentares.

Calcula-se que a maior parte do gás oxigênio liberado por fotossíntese, em todo o planeta Terra, seja proveniente das **algas unicelulares** presentes no **fitoplâncton**.

As **algas multicelulares** vivem em ambiente aquático, principalmente fixas a um substrato, como areia e rochas.

Vamos analisar agora alguns dos grupos de **protozoários** e de **algas**.

Veja comentários a respeito do plâncton no Manual.



#### RECORDE-SE

##### Plâncton

Conjunto de seres vivos que vivem em suspensão no ambiente aquático (água do mar e água doce).

As **algas unicelulares**, por serem fotossintetizantes, pertencem ao **fitoplâncton**.

Os organismos heterótrofos que vivem no plâncton pertencem ao **zooplâncton**.

## 2 Protozoários

A classificação dos **protozoários** é assunto bastante controverso, existindo diferentes propostas, com pouco consenso entre elas. Assim, vamos por simplificação estudar os protozoários sem dividi-los em classes e usando um critério artificial de separação fundamentado na capacidade de locomoção e no tipo de estrutura utilizada para o deslocamento e/ou captura de alimento.

Segundo esses critérios, consideramos quatro grupos de protozoários:

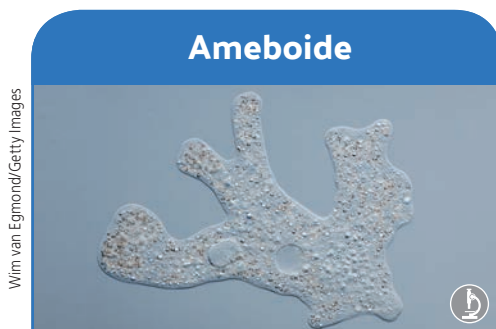
- › **ameboides** – locomovem-se por pseudópodes, expansões alongadas emitidas pela célula. Exemplo: ameba;
- › **ciliados** – locomovem-se por cílios, filamentos curtos e numerosos. Exemplo: paramécio;
- › **flagelados** – locomovem-se por flagelos, filamentos longos e pouco numerosos. Exemplo: tripanossomo e *Trichomonas vaginalis*;
- › **esporozoários** – são parasitas, não possuindo estruturas de locomoção. Exemplo: plasmódio (causador da malária).



**PENSE E RESPONDA**

Consulte o glossário etimológico e descubra o significado da palavra **pseudópode**. Prossiga seus estudos para conferir sua resposta.

Falsos (pseudo) pés (podes).



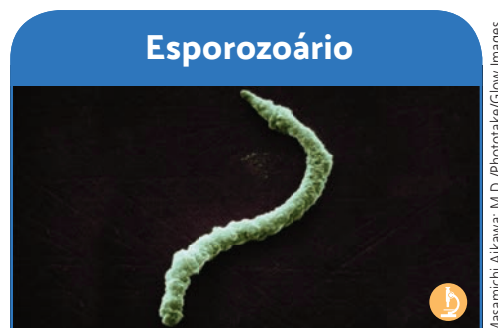
^ **Ameba** (*Amoeba proteus*); mede cerca de 0,5 mm de diâmetro quando em formato arredondado.



^ **Trichomonas vaginalis**; mede cerca de 20 µm de comprimento.



^ **Paramécio** (gênero *Paramecium*); pode medir de 150 µm a 300 µm de comprimento.



^ **Plasmódio** (gênero *Plasmodium*); pode medir de 10 µm a 20 µm de comprimento.

### 2.1 Protozoários ameboides

Os **protozoários** ameboides, também chamados **sarcodíneos**, locomovem-se por pseudópodes, que também são importantes para a ingestão de alimentos.

A palavra pseudópode significa “falso pé”. De fato, o **pseudópode** não é um pé verdadeiro, mas exerce função semelhante à dos pés: a locomoção. O pseudópode exerce também a função de englobar e incorporar o alimento que será digerido dentro da célula. O representante mais comum desse grupo é a **ameba**.



Há diferentes tipos de pseudópodes e, como regra geral, não existem de maneira permanente nos amebóides. Podem ser “feitos e desfeitos” a todo momento. Os que ocorrem nas amebas são pseudópodes emitidos continuamente em várias direções, lembrando o aspecto ramificado de uma raiz. Por essa razão, pode-se usar para as amebas o termo rizópodes, que significa “pés em raiz” (*riza* = raiz).

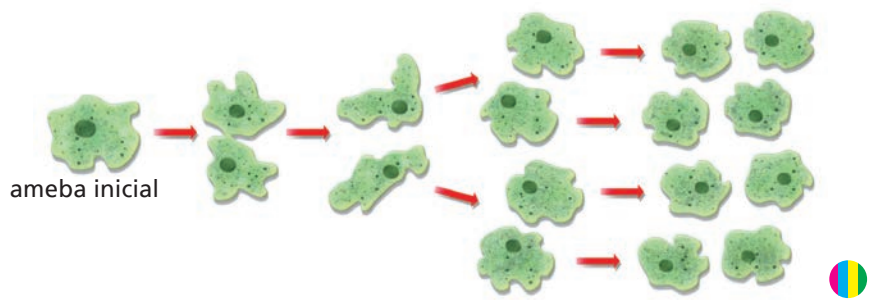
Os pseudópodes permitem às amebas deslocarem-se em direção ao alimento, envolvendo-o e incorporando-o. Esse processo de ingestão de alimento pela célula denomina-se **fagocitose**.

Alguns protozoários de vida livre possuem uma organela chamada **vacúolo contrátil**, ou **pulsátil**, encarregada de eliminar o excesso de água que entra por osmose em sua célula.

A água doce tem concentração de solutos menor que a do interior da célula do protozoário. Assim, entra água por osmose na célula e, se essa água não for eliminada, a célula pode chegar a se romper. Os vacúolos contráteis são organelas típicas de protozoários de água doce, como a ameba. Certos protozoários marinhos também podem apresentar vacúolos contráteis, mas estes são pequenos e pulsam lentamente. Os protozoários parasitas não possuem vacúolos contráteis, vivendo em meio onde a concentração externa é semelhante à concentração da célula.

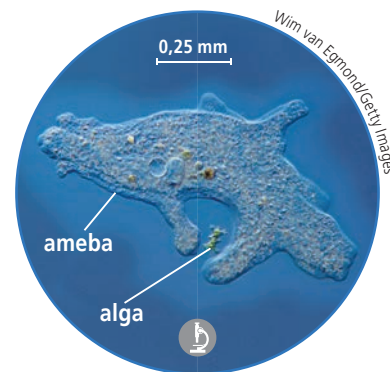
A figura abaixo ilustra uma ameba em processo de reprodução. A partir da ameba inicial, formam-se oito amebas, todas geneticamente idênticas se não considerarmos a ocorrência de mutações no material genético.

### Bipartição em ameba



Esse processo que acabou de ser mostrado em uma ameba é o tipo de reprodução mais frequente nos protozoários. Trata-se de reprodução assexuada por **bipartição** ou **cissiparidade**.

Além das amebas, existem outros grupos de protozoários amebóides, que formam pseudópodes diferentes dos que as amebas apresentam. São exemplos os **heliozoários** e os **radiolários**, formadores de pseudópodes longos e finos. A maioria das espécies de heliozoários faz parte do plâncton de água doce, enquanto os radiolários são em sua maioria marinhos.

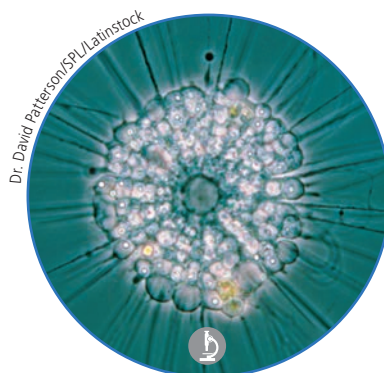


Ameba (*Amoeba proteus*) emitindo **pseudópodes** e englobando uma alga.

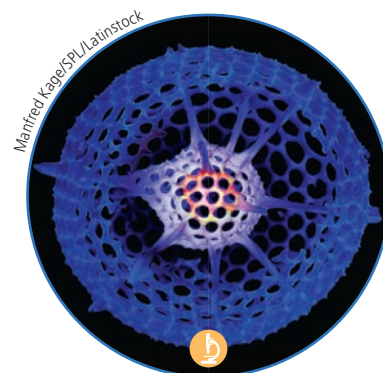
### RECORDE-SE

#### Fagocitose

Processo realizado por amebas e algumas células animais. Alguns tipos de glóbulos brancos ou leucócitos, que são células do sangue humano, realizam importante função de defesa, englobando e destruindo estruturas invasoras do nosso corpo por meio da fagocitose.



**Heliozoário**, protozoário de água doce, fotografado vivo. Observe os longos e finos pseudópodes. Mede cerca de 0,7 mm de diâmetro.



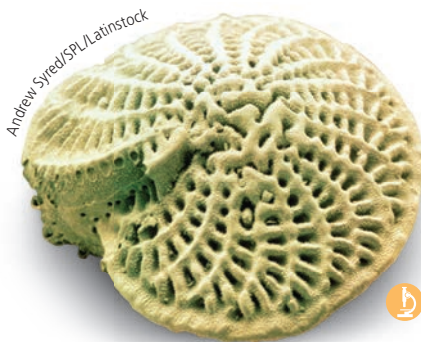
**Carapaça de radiolário marinho** formada de sílica. Por entre os orifícios, projetam-se longos e finos pseudópodes. A carapaça mede cerca de 150 µm de diâmetro.



#### CURIOSIDADE

Quando um foraminífero morre, sua carapaça rígida passa a fazer parte do sedimento marinho. Por isso, carapaças de foraminíferos são comuns no registro fóssil e auxiliam os especialistas no processo de datação das rochas nas quais esses fósseis são encontrados. Como as carapaças fósseis muitas vezes ocorrem em camadas do subsolo localizadas sobre depósitos de óleo, a identificação de foraminíferos fósseis é usada na prospecção de petróleo.

Outro grupo muito estudado de ameboides é o dos **foraminíferos**, que formam pseudópodes que lembram um retículo. Possuem uma carapaça rígida cheia de poros, por onde os finos pseudópodes se projetam. São exclusivamente marinhos e muitas espécies vivem na areia ou no lodo de praias e mares.



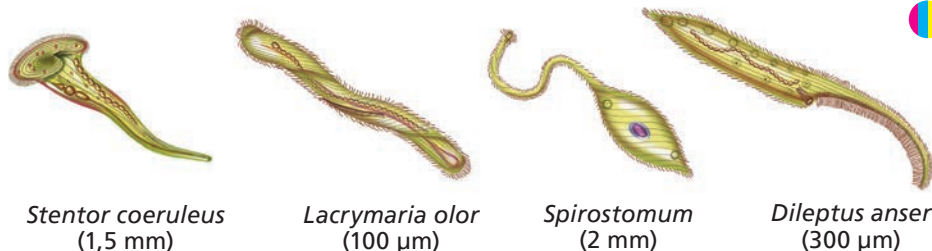
#### < Carapaça de foraminífero, protozoário marinho.

A carapaça tem diversas câmaras e sua composição é essencialmente carbonato de cálcio. Finos pseudópodes podem ser emitidos pelos orifícios da carapaça. Mede cerca de 500 µm de diâmetro.

## <2.2> Protozoários ciliados

Os ciliados formam o grupo mais diversificado entre os protozoários, com grande número de representantes, como os mostrados na ilustração abaixo.

### Exemplos de ciliados de água doce



*Stentor coeruleus*  
(1,5 mm)

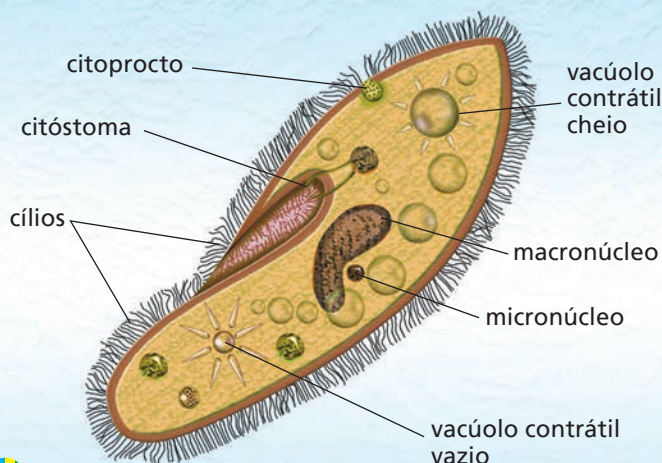
*Lacrymaria olor*  
(100 µm)

*Spirostomum*  
(2 mm)

*Dileptus anser*  
(300 µm)

> Esquema de **ciliados** de água doce, representados fora de escala. As medidas se referem ao comprimento aproximado da célula.

### Paramécio



> Esquema do **paramécio** (mede cerca de 300 µm de comprimento). O citóstoma localiza-se no fundo de uma região afunilada revestida por cílios. O batimento ciliar encaminha os alimentos para o citóstoma.

Os **protozoários ciliados** possuem cílios em pelo menos uma fase de seu ciclo de vida. Os cílios podem estar distribuídos por toda a célula e, por batimentos contínuos, atuam no deslocamento ou na captura de alimento desses unicelulares.

Nos ciliados, em geral, existem duas pequenas regiões especiais por onde o alimento entra e os resíduos da digestão saem, que são, respectivamente, o **citóstoma** e o **citoprocto** ou **citopígeo**. Embora etimologicamente citóstoma signifique “boca da célula” e citoprocto signifique “ânus da célula”, não se pode falar em boca e ânus em protozoários, pois essas são estruturas constituídas por tecidos, impossíveis de existir em unicelulares.

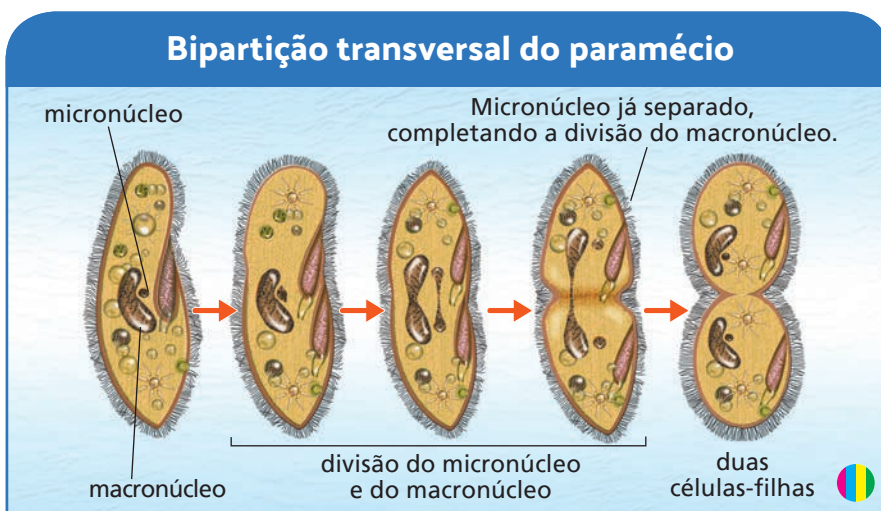
Um dos ciliados mais conhecidos é o **paramécio**, representado ao lado. Nesses organismos, os cílios atuam tanto no deslocamento quanto na captura de alimento.

O paramécio é um ciliado de água doce e tem pelo menos dois vacúolos contráteis de aspecto estrelado, que pulsam em ritmo alternado. Assim como nos amebóides, o vacúolo contrátil participa da regulação osmótica da célula.

Os ciliados possuem dois tipos de núcleos: um maior, o **macronúcleo**, e um menor, o **micronúcleo**. O macronúcleo controla as funções vegetativas da célula e o micronúcleo controla a reprodução desses unicelulares.

Os paramécios podem realizar reprodução sexuada por **conjugação**. Por esse processo, dois paramécios aproximam-se, ocorrendo formação de uma ponte citoplasmática entre eles. Há desaparecimento do macronúcleo e meiose do micronúcleo. Dos quatro micronúcleos formados, dois regridem e dois persistem. Um deles atravessa a ponte de citoplasma e se funde ao núcleo estacionário do outro paramécio. Não há formação de gametas. Cada paramécio está, então, nessa fase, com apenas um micronúcleo e sem macronúcleo. Eles se separam e depois de algumas divisões por mitose, o macronúcleo é refeito com base no micronúcleo. Ao final do processo, podem ser formados oito indivíduos, cada um deles com o mesmo número inicial de macro e micronúcleos.

A reprodução assexuada nos ciliados pode ocorrer por bipartição transversal. Veja no esquema ao lado: ocorre divisão tanto do micronúcleo como do macronúcleo, após a duplicação do material genético.

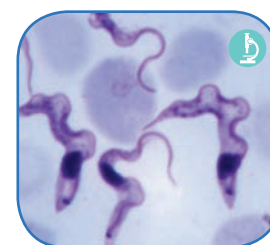


Luis Moura/Arquivo da editora

## 2.3 Protozoários flagelados

Os **protozoários flagelados** locomovem-se por flagelos, estruturas mais longas e que ocorrem em menor número por célula quando comparados com os cílios. Os flagelados são, na sua maioria, de vida livre, aquáticos, mas algumas espécies vivem em associação com animais, como parasitas ou em mutualismo.

Os flagelados reproduzem-se assexuadamente por bipartição, que ocorre no sentido longitudinal.



Ed Reschke/Getty Images

^ **Flagelados** do gênero *Trypanosoma*. Cada indivíduo mede cerca de 20 µm de comprimento.



Luis Moura/Arquivo da editora



## 2.4 Protozoários esporozoários

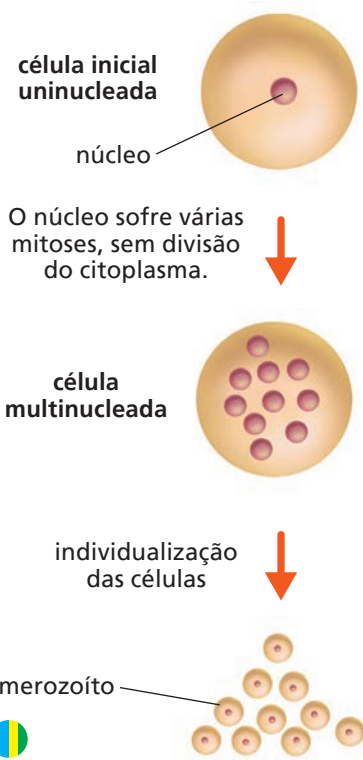
Os **protozoários esporozoários** não têm organelas especializadas em locomoção e são todos parasitas de tecidos animais. O nome do grupo deriva do tipo de reprodução assexuada típica que apresentam: a **esporogonia**.

➤ Desenho esquemático representando o processo de **esporogonia**, que ocorre nos esporozoários.



Luis Moura/Arquivo da editora

### Esquizogonia



➤ Desenho esquemático representando o processo de **esquizogonia**, ocorrido nos esporozoários.

Na esporogonia, um zigoto, célula formada pela fecundação do gameta feminino pelo masculino, transforma-se em um cisto de parede espessa e sofre meiose, originando quatro células com a metade do número de cromossomos existentes no zigoto. Essas células haploides são chamadas de **esporozoítos** e sofrem divisões mitóticas, originando mais esporozoítos, que são eliminados do cisto e infectam novas células do hospedeiro.

No ciclo de vida de um esporozoário, normalmente ocorre outro tipo de reprodução assexuada, além da esporogonia: a **esquizogonia**, mostrado no esquema ao lado.

Como apresenta o esquema, antes de ocorrer divisão da célula, o núcleo sofre sucessivas divisões por mitose, originando numerosos núcleos. Em seguida, cada núcleo, com uma porção de citoplasma, é circundado por uma membrana plasmática. Formam-se, portanto, várias novas células, todas muito pequenas em relação à célula inicial. Essas pequenas células são em alguns casos chamadas **merozoítos** e também possuem a capacidade de infectar células do hospedeiro.

Alguns merozoítos podem se diferenciar em gametas masculino e feminino e, se ocorrer a fecundação, forma-se um zigoto diploide. Você pode perceber que os esporozoários apresentam reprodução sexuada e assexuada no seu ciclo de vida.

Em muitas espécies de esporozoários, as etapas reprodutivas não ocorrem em um único hospedeiro. É o que ocorre com o *Plasmodium*, causador da malária, como veremos mais adiante.

## 3 Protozoários e saúde humana

Vamos conhecer algumas doenças humanas causadas por protozoários, com ocorrência no Brasil.

### 3.1 Disenteria

A **disenteria** é uma inflamação do intestino grosso manifestada por cólicas e fezes liquefeitas, geralmente com muco e sangue. Conforme comentamos no capítulo anterior, essa doença pode ser causada por bactérias ou por protozoários.



O protozoário causador de disenteria é uma ameba da espécie *Entamoeba histolytica*; por isso, esse tipo de disenteria é conhecida por **amebíase** ou **disenteria amebiana**. Existe outra forma de disenteria, chamada balantidíase, causada por um protozoário ciliado, o *Balantidium coli*.

A transmissão dessas formas de disenteria é feita principalmente pelo consumo de água e por verduras, frutas e legumes contaminados por cistos desses protozoários. Os cistos são formas de resistência, com parede espessa e protetora envolvendo as células, que propiciam a sobrevivência destas fora do organismo parasitado. Assim, para evitar a disenteria, é importante que os alimentos sejam devidamente lavados antes de ingeridos e que a água consumida seja tratada, filtrada e/ou fervida.

### 3.2 Doença de Chagas

O nome da doença, **Chagas**, é escrito com inicial maiúscula. Ele se refere ao nome de Carlos Chagas (1879-1934), cientista mineiro que identificou e estudou a doença, tendo descoberto o seu agente causador (ou agente etiológico), um protozoário do grupo dos flagelados, ao qual deu o nome *Trypanosoma cruzi*, em homenagem ao seu colega Oswaldo Cruz.

Carlos Chagas também identificou o transmissor ou vetor do *Trypanosoma*: um inseto cujo nome científico é *Triatoma infestans*, popularmente conhecido por **barbeiro** ou chupança.

Esse tripanossomo vive no intestino do barbeiro, inseto que normalmente defeca à medida que suga o sangue da pessoa que está sendo picada por ele. A picada produz coceira e, ao coçar, a pessoa contamina as mãos e facilita a entrada dos tripanossomos que estão nas fezes do barbeiro, não somente no local da picada, mas também nas escoriações que o ato de coçar pode causar na pele. Além disso, se a mão contaminada for levada até as mucosas, como a do olho e da boca, também pode haver a penetração do parasita no corpo.

A doença de Chagas compromete o funcionamento de diversos órgãos, como o fígado, o intestino e o coração. Seu desenvolvimento pode ser rápido, caracterizando a forma aguda da doença, mas a forma mais comum na população brasileira é a crônica, que se desenvolve ao longo de muitos anos.

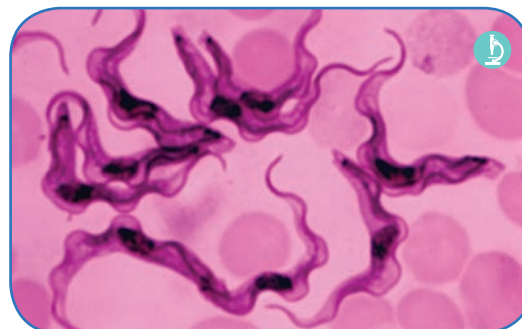
A principal maneira de prevenção da doença é combater o vetor, ou seja, o barbeiro, um inseto de hábitos noturnos que, durante o dia, abriga-se em frestas, especialmente de construções de pau a pique (taipa). Essas construções são, assim, um dos locais mais importantes a serem tratados com inseticidas, além do uso de mosquiteiros sobre camas e berços. O barbeiro também pode se abrigar em outros locais, como em pilhas de madeira.

Transfusões sanguíneas realizadas sem o prévio exame das condições do sangue também podem ser responsáveis pela disseminação do tripanossomo; valer-se de bancos de sangue confiáveis faz parte, portanto, das ações de prevenção da doença de Chagas.



Fabio Colombini/Acervo do fotógrafo

^ O inseto **barbeiro** (*Triatoma infestans*) pode transmitir a doença de Chagas. Ele mede cerca de 3,5 cm de comprimento.



Dr. Arthur Siegelman/Getty Images

^ *Trypanosoma cruzi* (mede cerca de 20 µm de comprimento), entre hemácias humanas.



#### CURIOSIDADE

O nome "**barbeiro**" foi dado pelo povo em razão do hábito do inseto de picar, em geral, o rosto, pois é essa normalmente a parte mais exposta do corpo quando dormimos.



#### ATENÇÃO

Nos anos 2000, houve casos da **forma aguda da doença de Chagas** após ingestão de caldo de cana contaminado com fezes de barbeiro e, no Norte do país, surtos causados pelo consumo de açaí (ingerido fresco ou na forma de suco) contaminado com as fezes do vetor. Consumir produtos a partir de matéria-prima higienizada é importante para prevenir esses casos.



▲ Fêmea de mosquito do gênero *Anopheles*. O anófele é conhecido por “mosquito-prego” pela posição em que se mantém quando pousado, praticamente perpendicular à superfície. Mede cerca de 4 mm de comprimento.

### 3.3 Malária

A malária é uma doença causada por três espécies de esporozoário do gênero *Plasmodium*: *Plasmodium vivax*, *Plasmodium malariae* e *Plasmodium falciparum*. Todos eles causam um quadro caracterizado por acessos febris com intervalos de tempo regulares, conhecidos popularmente por “tremedeira” ou “batedeira”, acompanhados de calafrios e dores no corpo. A diferença entre os três tipos de malária causados por essas três espécies de plasmódios é basicamente a intensidade dos acessos febris e o intervalo de tempo entre eles.

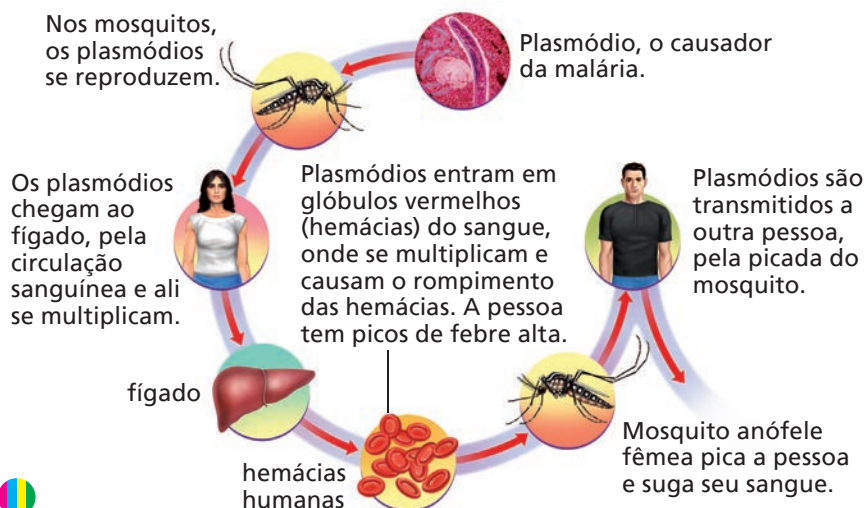
As três formas de malária são transmitidas ao ser humano pela picada das fêmeas do mosquito anófele (gênero *Anopheles*).

O plasmódio tem um ciclo de vida com dois hospedeiros: o ser humano e a fêmea do mosquito anófele. Ao sugar o sangue de uma pessoa doente, o mosquito se contamina e, sugando o sangue de outra pessoa, sadia, transmite-lhe o parasita.

A fecundação dos gametas e a formação do zigoto ocorrem na parede do intestino do mosquito. Surge então um cisto, dentro do qual ocorre esporogonia. Algum tempo depois, são liberados esporozoítos, que migram para as glândulas salivares do mosquito.

Quando a fêmea do anófele pica uma pessoa, os esporozoítos entram na circulação sanguínea e infectam células do fígado. Nessas células, o parasita se reproduz por esquizogonia, formando merozoítos, que são liberados na circulação sanguínea e infectam hemácias. Nas hemácias os merozoítos se multiplicam; elas se rompem e liberam os parasitas na circulação sanguínea. Os merozoítos infectam outras hemácias, em ciclos contínuos. Os acessos de febre ocorrem como reação ao momento em que diversas hemácias infectadas se rompem, de modo sincronizado.

#### Transmissão da malária pela fêmea do anófele



As figuras estão representadas em diferentes escalas.

▲ Esquema do **ciclo de transmissão do plasmódio**. No organismo humano ele se reproduz assexuadamente, e na fêmea do mosquito anófele a reprodução é sexuada.

|                      | Agente etiológico            | Característica                                                                             |
|----------------------|------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------|
| Febre terçã benigna  | <i>Plasmodium vivax</i>      | Acessos febris em intervalos de 48 horas (de três em três dias)                            |
| Febre quartã benigna | <i>Plasmodium malariae</i>   | Acessos febris em intervalos de 72 horas (de quatro em quatro dias)                        |
| Febre terçã maligna  | <i>Plasmodium falciparum</i> | Acessos febris irregulares, de 36 a 48 horas. É a forma mais grave, podendo levar à morte. |

Depois de vários ciclos, alguns merozoítos transformam-se em células precursoras de gametas, que podem chegar ao organismo da fêmea de anófele quando ela pica uma pessoa com malária.

Veja no quadro ao lado os nomes, o agente etiológico (causador) e as características dos três tipos de malária.

A prevenção consiste no combate ao vetor, sendo uma das principais medidas, nesse sentido, evitar a formação de água parada, onde se desenvolvem as larvas do mosquito.



### 3.4 Leishmanioses

**Leishmanioses** são um grupo de doenças causadas por protozoários flagelados do gênero *Leishmania*. Uma das leishmanioses é a úlcera de Bauru, ou leishmaniose cutânea, caracterizada por ulcerações na pele, que costumam deixar cicatrizes bem visíveis.

A transmissão se faz pela picada das fêmeas de mosquitos flebótomos do gênero *Lutzomyia*, popularmente conhecidos por mosquito-palha ou birigui. O uso de repelentes e a adoção de medidas que eliminam focos de reprodução do mosquito são importantes na prevenção da leishmaniose.



➤ **Mosquito-palha** ou birigui, que pode transmitir a leishmaniose. Mede cerca de 2 mm de comprimento.

### 3.5 Tricomoníase

É uma doença causada pelo protozoário flagelado *Trichomonas vaginalis*, com sintomatologia mais evidente na mulher, como inflamação da vagina e da uretra.

A **tricomoníase** é transmitida principalmente pela relação sexual, mas sua transmissão também ocorre pelo uso de toalhas e sanitários contaminados. O tratamento da tricomoníase, sempre orientado por médico, é prescrito para o casal.

A prevenção é feita evitando-se o contato direto com possíveis fontes do agente etiológico: não usar toalhas, roupas íntimas e sanitários contaminados e usar camisinha na relação sexual.

✓ **Giárdias** no intestino humano. Cada indivíduo mede cerca de 12 µm de comprimento.



### 3.6 Giardíase

Causada pelo protozoário flagelado *Giardia lamblia*, a **giardíase** manifesta-se por inflamação do intestino e diarreia.

É uma doença cuja prevenção depende do saneamento básico e de cuidados pessoais com a alimentação, pois a contaminação se faz pela ingestão de água e alimentos contaminados por cistos do parasita.

### 3.7 Toxoplasmose

A **toxoplasmose** é uma doença causada pelo esporozoário da espécie *Toxoplasma gondii*.

A contaminação se faz principalmente pela ingestão de cistos, existentes nas fezes de alguns animais contaminados. É muito comum a transmissão do toxoplasma ao ser humano pelo contato com fezes de gato.

O contato com animais domésticos exige cuidados de higiene, principalmente no descarte das fezes, que não devem ter contato direto com a pele. Lavar muito bem frutas e verduras e consumir água filtrada também são medidas importantes para prevenir a transmissão da toxoplasmose, pois os cistos podem estar presentes no solo e na água contaminados com fezes de animais.

Embora seja uma doença comum no ser humano, muitas vezes não chega a ser percebida, pois a pessoa nem sempre desenvolve sintomas. No entanto, na manifestação dos sintomas há o risco de se tornar uma doença grave, especialmente em situações em que o sistema imunitário está enfraquecido, podendo causar distúrbios sérios, como a cegueira. Maior gravidade ainda apresenta a toxoplasmose em gestantes, pois o feto pode ser contaminado, com comprometimento do sistema nervoso. Por isso, o acompanhamento pré-natal é fundamental.



#### MULTIMÍDIA

##### Parasitoses

<<http://www.bdc.ib.unicamp.br/bdc/visualizarMaterial.php?idMaterial=1282#.VwLELDYrJQM>>

Qual é a relação entre parasitas e hospedeiros? Descubra a resposta a essa e outras questões nesse programa de áudio, que você pode ouvir *on-line*.

Acesso em: 04 abr. 2016.

Reprodução

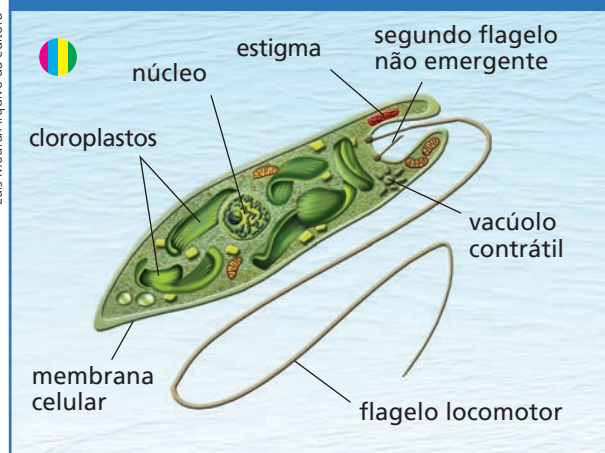


## 4 Algas

A presença dos pigmentos relacionados com a captação de luz na fotossíntese (pigmentos fotossintetizantes) e o tipo de substância orgânica armazenada como reserva são os principais critérios usados para distribuir as algas em diferentes grupos, dos quais vamos considerar os seguintes:

| Grupo                         | Pigmentos fotossintetizantes                                                | Substância de reserva          |
|-------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------|--------------------------------|
| Euglenófitas                  | Clorofilas a e b; carotenoides                                              | Paramilo (semelhante ao amido) |
| Dinoflagelados                | Clorofilas a e c; carotenoides, como a <b>peridinina</b> (cor avermelhada)  | Óleo e amido                   |
| Diatomáceas                   | Clorofilas a e c; carotenoides, como a <b>fucoxantina</b> (pigmento marrom) | Crisolaminarina                |
| Feofíceas ou algas pardas     | Clorofilas a e c; carotenoides, como a <b>fucoxantina</b>                   | Laminarina e manitol           |
| Rodofíceas ou algas vermelhas | Clorofilas a e d; carotenoides; <b>ficoeritrina</b> (cor vermelha)          | Amido das florídeas            |
| Clorofíceas ou algas verdes   | Clorofilas a e b; carotenoides                                              | Amido                          |

### Euglena



Esquema de *Euglena* de água doce (mede cerca de 80 µm de comprimento). Próximo à região basal do flagelo, há o estigma, estrutura que participa dos mecanismos fotorreceptores da euglena, detectando a intensidade e a direção da luz.

Esquema de **bipartição em euglena**. Note que a divisão da célula ocorre no sentido longitudinal.

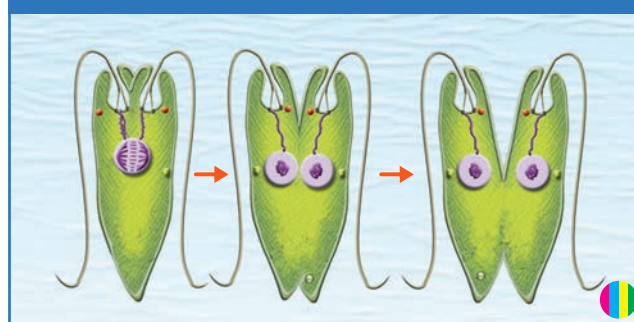
### 4.1 Euglenófitas

As euglenófitas são representadas principalmente pelo gênero *Euglena*, muito comum em águas paradas ou pouco movimentadas. Há espécies de água doce e espécies marinhas.

Esses organismos possuem cloroplastos, núcleo e dois flagelos, dos quais um é mais longo e evidente ao microscópio, e exerce função locomotora, semelhante ao que você já conheceu nos protozoários flagelados. As euglenófitas de água doce possuem vacúolo contrátil.

A reprodução assexuada da euglena ocorre por bipartição no sentido longitudinal da célula, como podemos observar no esquema abaixo.

#### Bipartição em euglena



## 4.2 Dinoflagelados

Esse grupo é formado por algas unicelulares de coloração avermelhada, por causa da presença de **peridinina**, que é um pigmento vermelho. Possuem também caroteno e clorofilas a e c. Armazenam óleo e amido como reserva energética.

Embora existam **dinoflagelados** de água doce, a maioria é marinha, fazendo parte do plâncton. Eles apresentam flagelos e endoesqueleto formado por vesículas achatadas e membranosas associadas à membrana plasmática e que podem conter celulose.

Existem várias espécies de dinoflagelados tóxicos que, sob determinadas condições, proliferam muito causando um fenômeno chamado **maré vermelha**. Entretanto, dependendo da espécie, a região afetada pode ter outra cor, como marrom e amarelado.

Quando ocorre a maré vermelha, verifica-se alta mortalidade de peixes e outros animais, além da contaminação principalmente de moluscos, incluindo os utilizados na alimentação humana e que, uma vez ingeridos, provocam graves intoxicações.

## 4.3 Diatomáceas

As **diatomáceas** podem também ser chamadas **bacilariófitas** (bacilo = bastonete), nome dado em referência ao formato de diversas espécies quando visualizadas ao microscópio.

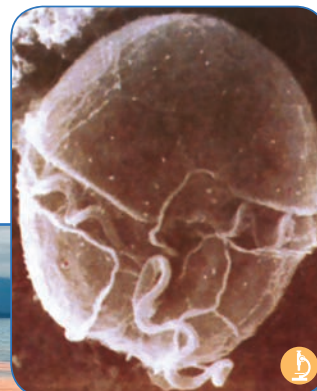
São algas unicelulares douradas, coloração que lhes é dada pelos pigmentos fucoxantina e caroteno. As diatomáceas são unicelulares e têm parede celular de sílica, que recebe o nome **frústula** ou **carapaça**. Essa carapaça é formada por duas partes, ou válvulas, que se encaixam. As diatomáceas não apresentam estruturas de locomoção.



### CURIOSIDADE

Os dinoflagelados são também conhecidos como **pirrófitas**. As algas unicelulares já foram classificadas como plantas e, por isso, receberam o sufixo *fita*, que significa “planta”. Pirrófita significa “planta de fogo”, devido ao pigmento vermelho. Embora não seja uma planta, o nome do grupo foi mantido. Hoje, devemos adaptar a etimologia para “algas de fogo”.

> **Dinoflagelado** marinho do gênero *Gonyaulax*, um dos causadores das marés vermelhas (mede cerca de 10 µm de diâmetro).

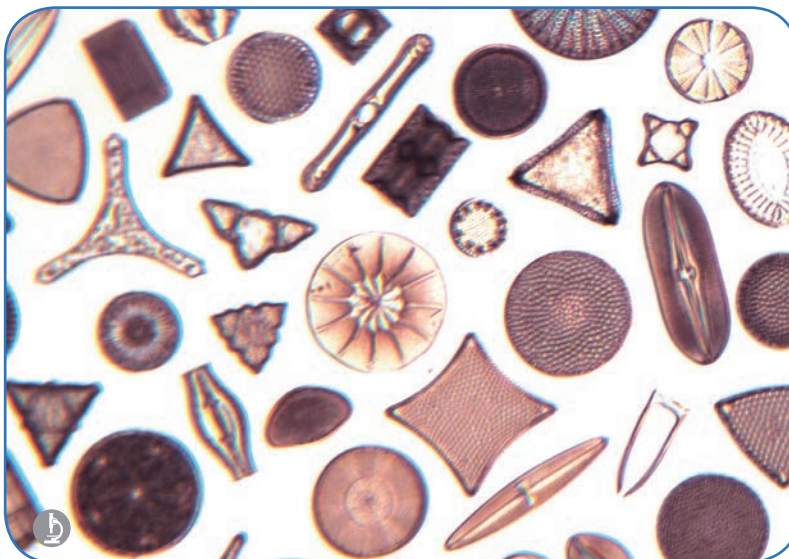


Smithsonian Institution



Don Paulson/Purestock/Glow Images

^ **Maré vermelha**, fotografada em 2006 no litoral oeste dos Estados Unidos. Nessa localidade, chamada Hood Canal, a maré vermelha resultou em queda drástica do nível de gás oxigênio dissolvido na água, o que causou a morte de milhares de peixes e outros organismos.



AGE Fotostock/Grupo Keystone

^ **Carapaças de diatomáceas** (diâmetro médio de 30 µm).



## 4.4 Feofíceas

As **feofíceas** são popularmente conhecidas como **algas pardas**, em virtude de sua coloração marrom, que se deve à presença de pigmento fucoxantina. Elas são multicelulares e em algumas espécies os indivíduos podem atingir grandes dimensões, como acontece nos gêneros *Laminaria* e *Macrocystis*, comuns no oceano Pacífico, que chegam a medir até 60 metros de comprimento.

No litoral brasileiro, as algas pardas são muito comuns, sendo o sargaço (*Sargassum*) o gênero mais conhecido e abundante.

- Alga parda do gênero *Sargassum*, comum no litoral brasileiro (mede cerca de 15 cm de comprimento). As “bolinhas” são vesículas de ar que atuam como flutuadores.



NOAA

Ralph A. Clevenger/  
Corbis/Latinstock

- Alga parda do gênero *Laminaria*, comum no oceano Pacífico (pode chegar a 60 m de comprimento).

## 4.5 Rodofíceas

DIVERSIDADE DA VIDA  
Photodisc/Arquivo da editora

Corbis/Latinstock

- Algas vermelhas do gênero *Porphyra* presas às rochas, expostas ao ar durante a maré baixa. Essa alga é utilizada no preparo de *sushis*, na sua forma desidratada, como você pode ver na foto acima.

Entre as **algas vermelhas**, ou **rodofíceas**, algumas produzem uma substância gelatinosa, conhecida como **ágar** ou **ágar-ágar**. O ágar é usado industrialmente em gelatinas, dentífricos e outros produtos gelatinosos. É também adotado em laboratório como meio de cultura para micro-organismos.

Uma das rodofíceas mais conhecidas é a pórpora (gênero *Porphyra*). Certas espécies desse gênero, nativas dos mares asiáticos, são popularmente conhecidas por *nori* e usadas no preparo de *sushis*, prato da culinária japonesa.

## 4.6 Clorofíceas

As **algas verdes**, ou **clorofíceas**, podem ser unicelulares ou multicelulares. Uma alga verde muito comum no litoral brasileiro é a alface-do-mar, pertencente ao gênero *Ulva*.

- **Alga verde multicelular** do gênero *Ulva*, conhecida por alface-do-mar, muito comum no litoral brasileiro. Tamanho aproximadamente natural.



SPL DC/Latinstock



SPL DC/Latinstock

- **Alga verde unicelular** do gênero *Chlamydomonas*, que vive em água doce (mede cerca de 10 µm de diâmetro).

As algas feofíceas, rodofíceas e clorofíceas também são conhecidas como feófitas, rodófitas e clorófitas, respectivamente. O sufixo *-fíceas* vem do latim e se refere a algas; o termo *fita* refere-se, etimologicamente, à planta.



## Todas as algas são autótrofas?

Como o termo “alga” não tem valor taxonômico, foi usado neste capítulo para grupos de protistas fotossintetizantes que tradicionalmente sempre foram chamados algas. São fotossintetizantes todas as algas multicelulares, mas, entre os grupos de algas unicelulares, existem representantes heterótrofos.

Esse é o caso das euglenófitas e dos dinoflagelados. Nas euglenófitas existem gêneros como *Peranema*, em que todas as espécies são formadas por seres heterótrofos, capturando e ingerindo outros protistas, inclusive euglenas. Mesmo indivíduos do gênero *Euglena*, que são clorofilados, podem perder os cloroplastos se mantidos no escuro e passar a ter alimentação heterótrofa. Voltando a viver em ambiente com luz, os cloroplastos são refeitos e voltam a realizar fotossíntese.

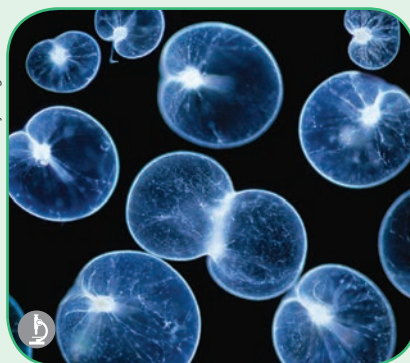
Dentre os dinoflagelados, existem representantes exclusivamente heterótrofos como os do gênero *Noctiluca*, que capturam suas presas por meio de um longo tentáculo que muitos confundem com o flagelo. A célula das noctilucas é grande, com cerca de 1 mm de diâmetro. Esses organismos são bioluminescentes e, quando ocorrem em grande número, são os principais responsáveis pela luminosidade observada na superfície da água do mar em noites escuras.

Existem também dinoflagelados clorofilados que complementam sua alimentação ingerindo pequenos organismos, como acontece com representantes de um gênero muito comum no plâncton marinho, o *Ceratium*.



Dr. David Patterson/SPL/Latinstock

^ *Peranema* (cerca de 50 µm de comprimento).



Getty Images

^ *Noctiluca* (mede cerca de 1 mm de diâmetro).



Roland Birke/Phototake/Glow Images

^ *Ceratium* (mede cerca de 100 µm de comprimento).

## Mau ar!

O nome de uma doença pode trazer informações interessantes, como o agente etiológico (exemplo: leishmaniose) ou a parte do corpo afetada (exemplo: disenteria – *enteron* significa intestino).

E quanto à malária? Você conhece a origem desse nome?

As primeiras observações a respeito da malária mostravam que ela acometia, com frequência, pessoas que haviam estado em regiões de águas estagnadas, como brejos e pântanos, que costumam emanar gases com cheiro desagradável.

Essa observação levou as pessoas a atribuírem ao “mau ar” dos pântanos a causa da malária.

A palavra que designa a doença se origina do italiano *mala* (má) e *aria* (ar), assim, etimologicamente, malária significa “mau ar” ou “ar insalubre”.

Qual seria a relação entre regiões pantanosas e malária? Em áreas alagadas, fêmeas de mosquitos depositam seus ovos, portanto, são locais com muitos desses insetos, inclusive o anófele, transmissor da malária.

A descoberta da verdadeira causa da doença não provocou alteração do nome, já consagrado pelo uso. A malária, no entanto, é conhecida também por outros nomes: maleita, impaludismo, febre palustre, febre intermitente, batedeira, tremedeira, entre outros.





## 1 Qual é a relação entre protistas, pirâmides do Egito e cremes dentais?

As carapaças dos foraminíferos, de composição calcária, resistem ao passar do tempo, o que explica o fato de esses protozoários serem abundantes no registro fóssil e no fundo de bacias marinhas. Na espécie *Camerina laevigata*, que existiu entre 38 e 7 milhões de anos atrás em mares rasos, os indivíduos eram relativamente grandes, alguns com 10 cm de diâmetro. A partir do acúmulo das carapaças desses foraminíferos, formaram-se depósitos de calcário localizados nas margens do Mar Mediterrâneo. Na Antiguidade,

os egípcios utilizaram esse material calcário na construção das pirâmides.

Outro material derivado de protistas e utilizado pelo ser humano é o diatomito, ou “terra de diatomáceas”. Como possuem carapaça de sílica, as microscópicas diatomáceas formam, ao morrerem, depósitos sedimentares no leito de rios e oceanos. Esse material é leve, poroso, quebradiço e tem propriedades abrasivas, sendo usado na fabricação de filtros, giz, talco, lixas e até cremes dentais.

### DEPOIS DA LEITURA...

- Compare foraminíferos e diatomáceas, listando semelhanças e diferenças entre esses grupos. a) Consulte o Manual.
- Consultando textos de Geologia, descubra se as rochas citadas no texto são magmáticas, metamórficas ou sedimentares. Represente a formação do calcário usado nas pirâmides ou do diatomito em um desenho esquemático. b) Consulte o Manual.

Para mais informações sobre o diatomito consulte o site do Serviço Geológico do Brasil: <[www.cprm.gov.br/publique/cgi/cgilua.exe/sys/start.htm?infoid=1296&sid=129](http://www.cprm.gov.br/publique/cgi/cgilua.exe/sys/start.htm?infoid=1296&sid=129)>. Acesso em: 01 abr. 2016.

## 2 Carlos Chagas

Carlos Chagas descobriu a doença que ele chamou de tripanossomíase americana, que ficou mais conhecida pelo nome do cientista. Foi um caso raro em que um único pesquisador desvendou todos os fatores envolvendo uma doença: o agente causador, o transmissor e a profilaxia. Chagas fez muitas outras contribuições aos estudos das doenças tropicais, além de atuar como agente de saúde pública, combatendo focos de epidemia de malária e outras moléstias.

Por sua descoberta, Carlos Chagas chegou a ser indicado, por duas vezes, ao Prêmio Nobel de Medicina. Sua descoberta, no entanto, também foi contestada, apesar das fortes evidências. Ele passou boa parte de sua vida defendendo a gravidade do mal que descobrira e a importância de políticas públicas de saúde que livrassem a população da doença. Existia uma ideia preconceituosa, comum entre pensadores daquela época, de que o Brasil tinha uma população preguiçosa, pouco disposta ao trabalho; Chagas opunha-se fortemente a tal opinião, demonstrando por meio

de dados científicos que o povo brasileiro, especialmente os mais pobres, vivia em péssimas condições de saneamento, moradia e saúde, o que levava à proliferação de doenças graves que poderiam ser erradicadas.

Acervo da Casa de Oswaldo Cruz/Departamento de Arquivo e Documentação



^ Carlos Chagas em foto do início do século XX.

Fonte:

PIZA, D. *Carlos Chagas – a ciência nos trópicos*. Rio de Janeiro: Ediouro, 2010.

### DEPOIS DA LEITURA...

Com um colega, busque mais informações a respeito da vida e dos trabalhos realizados por Chagas. Relatem a história desse importante cientista brasileiro de um jeito criativo: em quadrinhos, letra de música, vídeo etc. Veja comentários no Manual.



1. Em protozoários de água doce, pois eles vivem em ambientes hipotônicos em relação ao citoplasma. A água entra por osmose e o vacúolo contrátil elimina o excesso de água da célula.

## Revendendo e aplicando conceitos

- Os vacúolos contráteis são encontrados principalmente em protozoários de água doce, marinhos ou parasitas? Justifique sua resposta, elaborando um esquema que explique, de modo simplificado, os efeitos esperados da osmose nesses protozoários.
- O nome do gênero *Noctiluca* significa brilho (*luca*) da noite (*nocti*). Esses protistas receberam tal nome porque possuem bioluminescência, responsável pelo brilho na superfície do mar, à noite. 2. Dinoflagelados, que podem ser fotossintetizantes e alguns representantes heterótrofos. Cite o grupo de protistas ao qual *Noctiluca* pertence e comente as diferentes formas de obtenção de energia nesse grupo.

- O que poderia acontecer a um paramécio que tivesse o micronúcleo retirado da célula, em situação experimental? Justifique a resposta.

- A respeito do fitoplâncton, responda:

- Como podemos diferenciar um protista unicelular autótrofo de uma cianobactéria, se ambos são autótrofos fotossintetizantes e unicelulares?

- As cianobactérias são procariontes, e os protistas são eucariontes.

- Discuta o valor taxonômico do termo "alga".

- O termo não tem valor taxonômico, pois corresponde a diversos filos distintos.

- Ao lado de nossas preocupações com a preservação dos ecossistemas terrestres, precisam estar nossas preocupações com a preservação dos ecossistemas aquáticos. Justifique essa afirmação, esclarecendo a importância dos protistas nesse contexto.

- Explique por que combatemos a malária evitando a formação de água estagnada e se esta é a única doença que podemos combater tomando esse cuidado. 5. Consulte o Manual.

- Um estudante anotou no caderno a seguinte informação: 6. Não, o agente etiológico (causador) da doença de Chagas é o protozoário *Trypanosoma cruzi*. *Triatoma infestans* é o nome do vetor, o inseto barbeiro.

"*Triatoma infestans* é o agente etiológico da doença de Chagas."

Você considera essa anotação correta? Por quê?

- Monte uma tabela com as principais doenças humanas causadas por protozoários, que ocorrem no Brasil. Coloque como itens da tabela: nome da doença, agente etiológico, transmissão (se for o caso, indicar vetor) e medidas profiláticas. 7. Consulte o Manual.

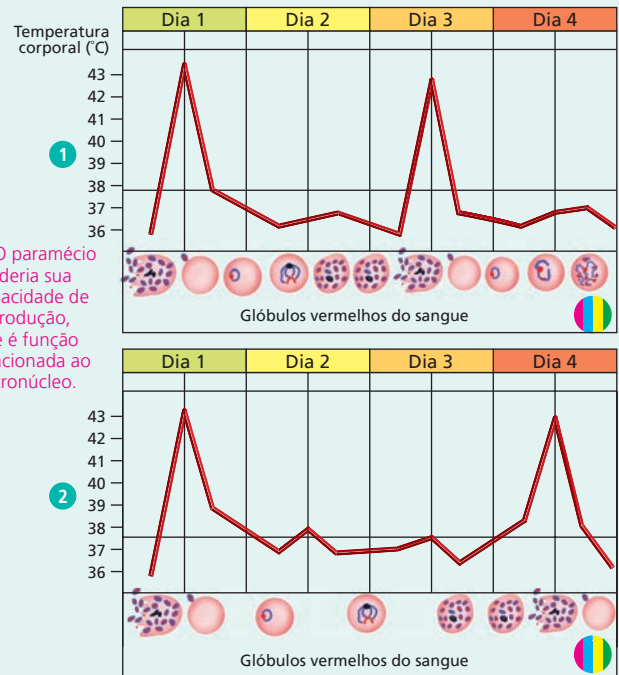
- Busque mais informações, em livros e sites de divulgação científica, a respeito da doença de Chagas. Faça um esquema representando o ciclo reprodutivo do causador dessa doença. 8. Consulte o Manual.

- A poluição dos mares pode afetar o plâncton, o que afeta o equilíbrio das teias alimentares.

## Trabalhando com gráficos

- Os gráficos a seguir referem-se aos acessos de febre causados pela malária, observados em dois pacientes hipotéticos.

Relação entre acessos febris e hemácias em pessoas com malária



Adaptado de: <[https://microbewiki.kenyon.edu/index.php/Plasmodium\\_malariae](https://microbewiki.kenyon.edu/index.php/Plasmodium_malariae)>. Acesso em: 19 maio 2016.

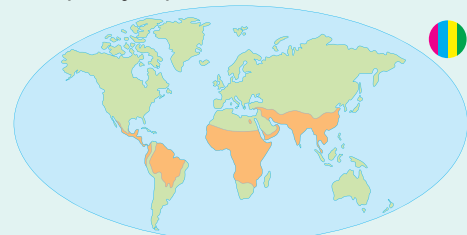
- O intervalo entre os acessos febris varia de acordo com a espécie de plasmódio.

Analise os gráficos e responda.

- Se os pacientes foram diagnosticados com a mesma doença – a malária – por que os acessos febris ocorrem em intervalos distintos nos pacientes 1 e 2?

- Abaixo do eixo horizontal de cada gráfico, é ilustrado o que acontece com glóbulos vermelhos do sangue infectados pelo causador da malária. Existe relação entre os acessos febris e o que acontece no sangue? Explique.

- Observe o mapa-múndi abaixo, que mostra as regiões afetadas pela malária (em laranja) e elabore uma explicação para essa ocorrência.



Fonte: CDC (Centers for Disease Control and Prevention) – USA.

- Sim: os acessos febris estão relacionados com o rompimento de hemácias infectadas.

- Zona tropical, que é a área de ocorrência do mosquito anófele.

10. a) Apresentam cílios: *Paramecium* e células do tecido epitelial. Apresentam flagelo: *Euglena*, *Trypanosoma* e espermatozoide.

## Questões do Enem e de vestibulares

**10.** (Unicamp-SP) Alguns protistas e algumas células eucarióticas apresentam, na superfície externa, cílios ou flagelos, que desempenham importantes funções, como o deslocamento. Considere os seguintes protozoários e células eucarióticas: *Paramecium*, *Euglena*, *Trypanosoma*, espermatozoide e células de tecido epitelial.

**a.** Quais dessas células possuem cílios? E quais apresentam flagelo?

**b.** Há alguma diferença na função dessas estruturas nesses tipos celulares? Explique. 10. b) Consulte o Manual.

**c.** A ameba não apresenta cílios ou flagelos. Como esse organismo unicelular se desloca?

10. c) Emissão de pseudópodes.

**11.** (Fuvest-SP) Em entrevista concedida à revista eletrônica ComCiência, publicada pela Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência, Carlos Vogt afirmou:

O combate à doença de Chagas, à febre amarela, à leishmaniose, à malária, à dengue, tem mobilizado a sociedade e os governos na busca de soluções mais permanentes e no estabelecimento de políticas públicas que conduzam as medidas de prevenção mais dinâmicas e eficientes.

<<http://www.comciencia.br/reportagens/2005/06/01.01.shtml>>

**a.** O controle da proliferação de mosquitos é uma medida adotada para combate a doenças. Para qual(is) das cinco doenças citadas no texto acima, essa estratégia pode ser efetiva?

11. a) Febre amarela, leishmaniose, malária e dengue.

**b.** Distribua as cinco doenças em grupos, de acordo com o tipo de agente causador. Justifique os grupos formados. 11. b) A febre amarela e a dengue são causadas por vírus. As outras doenças citadas são causadas por protozoários.

**12.** (Fuvest-SP) Nos ambientes aquáticos, a fotossíntese é realizada principalmente por:

**12. a** **a.** algas e bactérias. **d.** bactérias e fungos.

**b.** algas e plantas. **e.** fungos e plantas.

**c.** algas e fungos.

**13.** (Enem-2012) A doença de Chagas afeta mais de oito milhões de brasileiros, sendo comum em áreas rurais. É uma doença causada pelo protozoário *Trypanosoma cruzi* e transmitida por insetos conhecidos como barbeiros ou chupanças. Uma ação do homem sobre o meio ambiente que tem contribuído para o aumento dessa doença é:

**a.** o consumo de carnes de animais silvestres que são hospedeiros do vetor da doença.

**b.** a utilização de adubos químicos na agricultura que aceleram o ciclo reprodutivo do barbeiro.

**c.** a ausência de saneamento básico que favorece a proliferação do protozoário em regiões habitadas por humanos.

**d.** a poluição dos rios e lagos com pesticidas que exterminam o predador das larvas do inseto transmissor da doença.

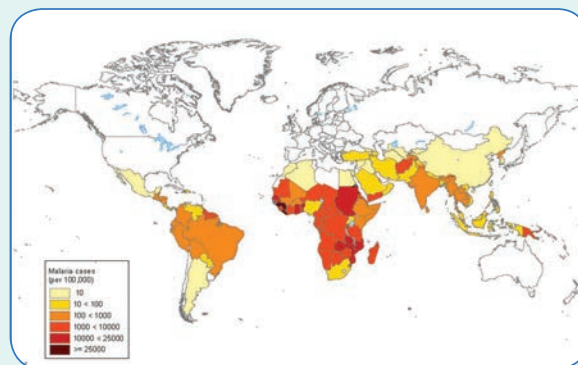
**e.** o desmatamento que provoca a migração ou o desaparecimento dos animais silvestres dos quais o barbeiro se alimenta. 13. e

**14.** (Unicamp-SP) A malária é a principal parasitose dos países tropicais. Segundo a Organização Mundial de Saúde, há mais de 200 milhões de casos de malária a cada ano e 500 mil deles ocorrem no Brasil. Até hoje, a principal forma de combate à malária consiste no controle do vetor de seu agente etiológico. No entanto, em estudo publicado na revista *Science* em setembro de 2011, cientistas anunciaram que vacinas produzidas a partir de células inteiras do agente causador da malária, depois de submetidas a uma dose letal de radiação, deram bons resultados em estudos preliminares realizados inclusive com humanos.

**a.** Qual é o agente causador da malária? E qual é o seu vetor? 14. a) O plasmódio.

**b.** Qual é a importância do tratamento das células dos agentes causadores da malária com dosagem letal de radiação? Como células mortas podem agir como vacina? 14. b) Consulte o Manual.

**15.** (Enem-2011) O mapa mostra a área de ocorrência da malária no mundo.



Fonte: OMS, 2004.

Considerando-se sua distribuição na América do Sul, a malária pode ser classificada como:

**a.** endemia, pois se concentra em uma área geográfica restrita desse continente.

**b.** peste, já que ocorre nas regiões mais quentes do continente.

**c.** epidemia, já que ocorre na maior parte do continente.

**d.** surto, pois apresenta ocorrência em áreas pequenas.

**e.** pandemia, pois ocorre em todo o continente. 15. e.

COMENTÁRIOS  
GERAIS

Resposta de *Pense e responda*: Planta (fita) que cresce sobre material em decomposição (*sapro*). Os fungos não são mais classificados como plantas.

## 1 Introdução

Os **fungos** são eucariontes heterótrofos e incorporam os alimentos por absorção. Em sua maioria são multicelulares, mas existem unicelulares, como as leveduras.

Quando se fala em fungos, logo pensamos em cogumelos, como os da fotografia abaixo. Cogumelos e orelhas-de-pau (mostradas na foto ao lado) correspondem às estruturas de reprodução de determinados fungos multicelulares, mas existem outros grupos de fungos, com tipos diferentes de estrutura reprodutiva.

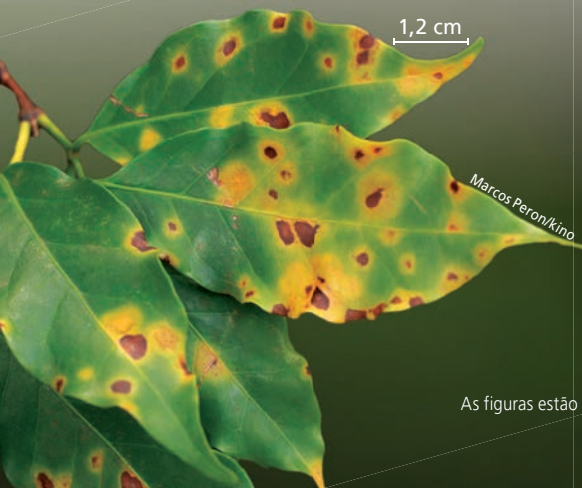
A maioria das espécies conhecidas de fungos é terrestre, mas existem algumas espécies aquáticas.

Muitas espécies de fungos são **saprófagos**. O prefixo *sapro*, que significa podre, é usado no sentido de *em decomposição*. Assim, a palavra *saprófago* denota ser que se alimenta (*fago*) de material podre, ou em decomposição.

Os fungos e as bactérias *saprófagos* ocupam o nível de **decompositores** em um ecossistema. Sem a atividade desses seres, o equilíbrio ecológico estaria seriamente comprometido, pois a decomposição repõe ao ambiente alguns materiais necessários à sobrevivência das plantas. Em biomas como a Amazônia e a Mata Atlântica, cujo solo é pobre em nutrientes, apresentam rápida reposição destes, consumidos pela densa vegetação, realizada pelos organismos decompositores.

Nem todos os fungos são *saprófagos* – alguns são parasitas, alimentando-se, nesse caso, de substâncias retiradas de seres vivos. Os fungos parasitas provocam doenças, como as micoses que ocorrem na pele humana. A ferrugem do cafeeiro é um exemplo de parasitose causada por fungo em plantas.

✓ A **ferrugem do cafeeiro** é um exemplo de doença provocada por fungos em plantas.



Marcos Peron/Kino



Fabio Colombari/Acervo do fotógrafo

As figuras estão representadas em diferentes escalas.



Corel

^ **Orelha-de-pau**, fungo multicelular que comumente cresce sobre troncos de árvores.

PENSE E  
RESPONDA

Em alguns livros, você poderá encontrar o termo “*saprófita*” para se referir aos fungos *saprófagos* e também a bactérias decompositoras. Consulte o glossário etimológico e explique o significado de **saprófita**. Explique também por que este termo não é adequado, do ponto de vista da classificação dos fungos.

< **Cogumelos**, estruturas reprodutivas de um fungo multicelular.



## 2 Estrutura básica de um fungo multicelular



AGE Fotostock/Grupo Keystone

> **Cogumelo:** corpo de frutificação de fungo de determinado grupo. O cogumelo da foto mede cerca de 3,5 cm de altura.

Os fungos mais conhecidos popularmente são os que formam cogumelos como estruturas reprodutivas. A maioria dos cogumelos tem o aspecto de uma pequena haste sustentando uma expansão mais ou menos espessa.

O cogumelo é o **corpo de frutificação** ou **esporocarpio**, no qual se desenvolvem os esporos, elementos de reprodução desses seres vivos. Existem fungos que formam outros tipos de esporocarpio.

Grande parte do corpo do fungo localiza-se dentro do substrato, como você pode ver no desenho esquemático a seguir. O corpo de um fungo multicelular é formado por um emaranhado de **hifas**, chamado **micélio**. As hifas são estruturas filamentosas

e podem ser formadas por células com um ou dois núcleos. Há, no entanto, hifas sem individualização das células, de modo que existem vários núcleos imersos em um citoplasma comum. Os fungos não apresentam tecidos verdadeiros.

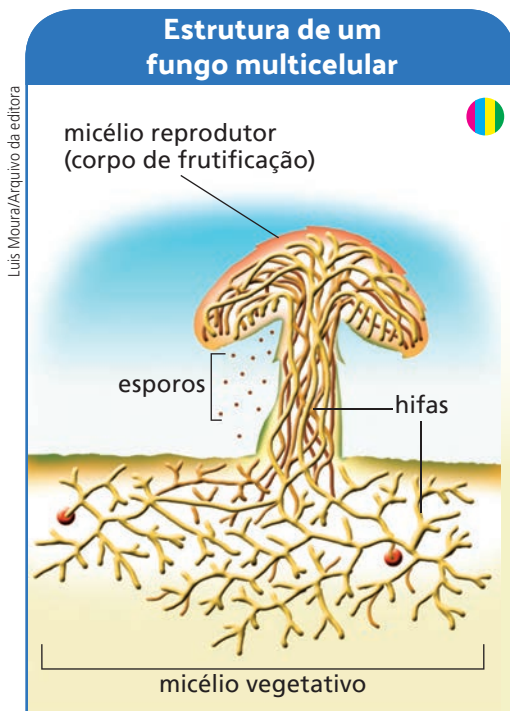
O micélio distribui-se dentro do substrato, de onde emerge e forma o esporocarpio, produtor dos esporos. Um **esporo** é uma célula capaz de originar um novo indivíduo, e está protegida por uma parede que lhe confere resistência.

Os esporos dão origem diretamente a um novo micélio e, portanto, a um novo fungo. A reprodução esporica constitui a reprodução assexuada do fungo. Entretanto, também ocorre reprodução sexuada, que apresenta variações nos diversos grupos de fungos, podendo envolver gametas ou hifas especiais.

As hifas e os esporos dos fungos possuem **parede celular** constituída de **quitina**, substância encontrada em alguns animais. Não há semelhança com a parede celular dos vegetais, que é constituída de celulose. O material de reserva energética dos fungos é o **glicogênio**, outra semelhança com os animais.

**ATENÇÃO**

Os **fungos** eram tradicionalmente estudados pelos botânicos, junto com as plantas. Atualmente, muitas evidências científicas indicam que os fungos formam um reino distinto e evolutivamente mais próximo dos animais do que das plantas. No entanto, alguns termos permanecem, caso de "corpo de frutificação". Recentemente, alguns cientistas têm preferido a denominação "corpo produtor de esporos", uma vez que os fungos não produzem sementes nem frutos.



Luís Moura/Arquivo da editora

^ Esquema representando um **fungo** cujo corpo de frutificação é um cogumelo. Os elementos da figura estão fora de proporção.

### 3 Fungos e mutualismo

Além dos fungos saprófagos e dos parasitas existem ainda aqueles que vivem em associação mutualística, como a maioria dos **líquens**, associações entre fungos e algas. Os líquens podem ser observados em vários lugares na natureza: caules de árvore, muros, telhados etc.

✓ Exemplos de líquens:

- 1 **Líquen esverdeado** em tronco de árvore.
- 2 **Líquen amarelado** na superfície de rochas.
- 3 **Líquen vermelho** em tronco de árvore.



Fabio Colombini/Acevo do fotógrafo



Haroldo Palo Jr./Kino



Fabio Colombini/Acevo do fotógrafo

Existem espécies de líquens que são extremamente sensíveis à poluição atmosférica, de tal forma que a presença deles em quantidade significativa pode indicar baixa poluição ambiental.

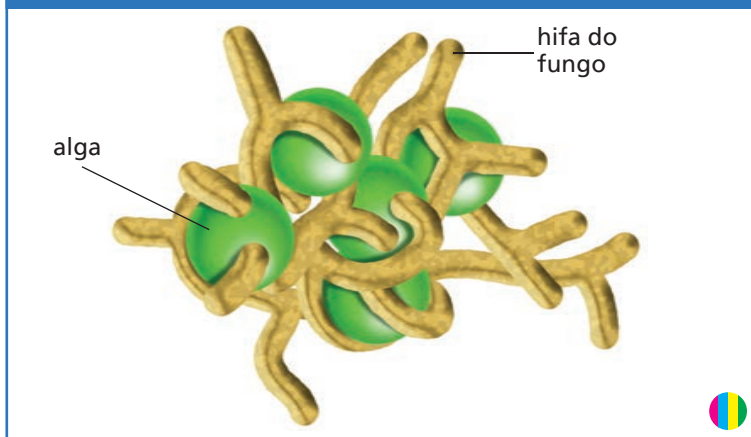
Nos líquens, a associação entre alga e fungo é tão íntima que até a reprodução assexuada frequentemente é feita em conjunto, por meio de estruturas chamadas **sorédios**.

De maneira semelhante às associações entre bactérias e raízes de plantas (bacteriorrizas), os fungos podem formar associações mutualísticas com raízes, constituindo as **micorrizas**.

O interessante é que, em plantas que apresentam micorrizas, a água e os sais minerais podem entrar na raiz pelas hifas do fungo; em alguns casos, o fungo cresce dentro das células da raiz e as hifas atravessam a parede celular, atingindo o solo, do qual absorvem água e sais minerais, que passam para a planta.

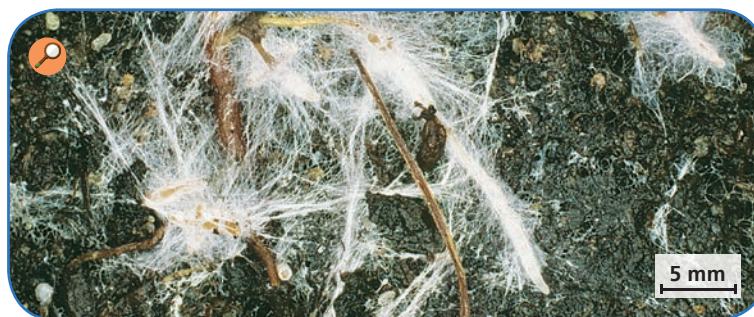
Entre as plantas em cujas raízes frequentemente se desenvolvem micorrizas estão o morangueiro, o tomateiro e as gramíneas em geral.

#### Sorédio



Luís Moura/Arquivo da editora

^ Esquema de **sorédio**, estrutura de reprodução assexuada dos líquens.



Dr. Jeremy Burgess/SPL/Latinstock

^ **Micorrizas**: as hifas do fungo são os filamentos brancos associados às raízes de uma planta.



## 4 Fungos e ser humano



SUGESTÃO  
DE ATIVIDADE

Muitos fungos formam cogumelos que são comestíveis, destacando-se entre eles o champinhom (*champignon*), o *shiitake* e o *shimeji*. A trufa também é um fungo comestível, embora não seja um cogumelo.

### Fungos comestíveis



^ **Fungos comestíveis.** A parte consumida na alimentação é o corpo de frutificação desses fungos. As imagens estão aproximadamente em tamanho natural.



^ **Queijo gorgonzola.** As manchas esverdeadas são fungos.

obtida no processo. Na fermentação alcoólica, por exemplo, a glicose ( $C_6H_{12}O_6$ ) é desdobrada em álcool comum ou etanol ( $C_2H_5OH$ ) e gás carbônico ( $CO_2$ ).

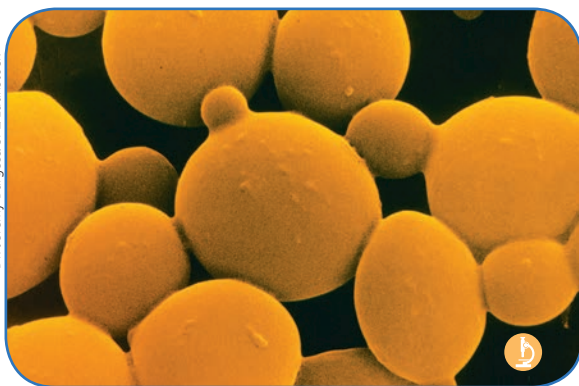
Um dos seres capazes de promover o desdobramento da glicose em etanol é o fun-

go *Saccharomyces cerevisiae*, conhecido como levedura da cerveja, porque é utilizado para fermentar o açúcar do malte no processo de fabricação dessa bebida. É também empregado na produção de vinho, fermentando o açúcar da uva.

Apesar de reforçarmos aqui as utilidades da fermentação realizada pelos fungos, a maioria deles realiza respiração aeróbia.

Além da importância na alimentação humana, os fungos são utilizados para obtenção de diversas substâncias, inclusive medicamentos. Os mais importantes medicamentos obtidos a partir de fungos são os **antibióticos**, dos quais o primeiro, a penicilina, foi descoberto em 1928 por Alexander Fleming.

A fermentação é um tema abordado em maior profundidade no volume 1 desta coleção.



^ ***Saccharomyces cerevisiae***, fungo unicelular. Cada célula mede cerca de 10  $\mu m$  de comprimento.



Os antibióticos são medicamentos indicados para tratamento de doenças causadas por bactérias. A prescrição, no entanto, é de exclusiva responsabilidade médica.

A ação de enzimas produzidas por fungos pode, muitas vezes, provocar o apodrecimento de alimentos. É o que mostra a foto ao lado: morangos apodrecidos pelo fungo conhecido como mofo-cinza (*Botrytis cinerea*). Quando vemos alimentos nesse estado, comumente dizemos que estão mofados ou embolorados. Esses alimentos não devem ser consumidos, pois podem causar sérios prejuízos à saúde. Comprar produtos frescos e sempre observar a data de validade de alimentos industrializados é essencial para evitar esses prejuízos.



Daniel Sambras/Getty Images

^ **Morangos apodrecidos** por ação de um fungo.

## 4.1 Micoses

As doenças animais causadas por fungos têm o nome geral de **micoses**.

As mais comuns ocorrem na pele, em qualquer parte da superfície do corpo. No ser humano, são bem conhecidas as micoses do rosto (da barba), as do couro cabeludo, as das unhas e a conhecida por pé de atleta.

As micoses podem afetar as mucosas, como é o caso da **candidíase**, causada por um fungo do gênero *Candida*, que se manifesta por numerosos pontos brancos nas mucosas, principalmente as da boca e as da vagina. Na mucosa bucal a candidíase é conhecida popularmente por "sapinho".

Existem fungos patogênicos que se instalam dentro do organismo. Uma dessas micoses profundas é a **histoplasmose**, que afeta os pulmões e é causada pelo fungo *Histoplasma capsulatum*, que se desenvolve principalmente nos excrementos de aves e de morcegos. Estes últimos são os principais responsáveis pela alta incidência do fungo em cavernas, refúgio natural dos quirópteros. A poeira levantada em solos contaminados contém esporos do *Histoplasma* e se constitui na principal forma de contágio da doença.



### CURIOSIDADE

Os morcegos são mamíferos voadores, classificados como **quirópteros** em função de suas "mãos transformadas em asas": *quiro* = mão; *ptero* = asa.



### REÚNA-SE COM OS COLEGAS

Leia os dois trechos a seguir, selecionados da literatura brasileira. Em seguida, faça as atividades propostas com sua equipe.

"No Pantanal ninguém pode passar régua. Sobremuito quando chove. A régua é existidura de limite. E o Pantanal não tem limites.

Nos pátios amanhecidos de chuva, sobre excrementos meio derretidos, a surpresa dos cogumelos! Na beira dos ranchos, nos canteiros da horta, no meio das árvores do pomar, seus branquíssimos corpos sem raízes se multiplicam.

O mundo foi renovado, durante a noite, com as chuvas. [...] "

Manoel de Barros. Mundo renovado. *Livro de pré-coisas*. 4. ed. São Paulo: Record, 2003.

"Sem que eu soubesse, as coisas não ditas haviam crescido como cogumelos venenosos nas paredes do silêncio, enquanto ele ficava acordado na cama, fitando o teto, com o branco dos olhos reluzindo na penumbra. Se eu interrogava, o que você tem amor? Ele respondia que não era nada, estava pensando no trabalho. A gente sabia que era mentira, ele sabia que eu sabia, mas nenhum de nós rompeu aquele acor-do sem palavras. Nunca imaginei o mal que o roía."

Lya Luft. *O silêncio dos amantes*. 1. ed. São Paulo: Record, 2008.

- Qual (ou quais) aspecto(s) da biologia dos fungos é abordado em cada texto?
- Comparem os dois textos. Que impressão é transmitida sobre os cogumelos em cada um deles?
- Do ponto de vista antropocêntrico, é comum considerar seres vivos como "benéficos" ou "nocivos". Em qual dessas "categorias" vocês encaixariam os fungos? Qual é a imagem dos fungos na cultura popular e no folclore? Discutam a respeito desse tema. Vocês podem entrevistar moradores de sua região, registrar histórias, lendas e curiosidades envolvendo fungos. Após a coleta de informações, vocês podem produzir uma reportagem na forma de texto jornalístico ou videodocumentário. *Veja comentários no Manual.*



## CURIOSIDADE

Os **deuteromicetos** são fungos que não desenvolvem corpos de frutificação nem produzem esporos sexuais. Um exemplo de deuteromiceto é a *Candida albicans*, causadora da candidíase.

## 5 Classificação e reprodução dos fungos

Dentro do reino dos fungos, não se chegou ainda a uma classificação que possa ser considerada ideal, mas de modo geral as classificações estão relacionadas com os mecanismos de reprodução.

Os chamados fungos verdadeiros são aqueles cuja reprodução é feita por dois tipos de esporos, todos imóveis:

- ▶ esporos assexuados – formados por mitose;
- ▶ esporos sexuais – formados por meiose.

Os esporos sexuais são importantes variáveis na classificação dos fungos verdadeiros. Eles são formados a partir de uma célula diploide, que sofre meiose. Nos diferentes grupos de fungos, a estrutura produtora dos esporos sexuais apresenta características próprias, sendo, por isso, um critério de classificação.

No grupo dos **zigomicetos**, embora os fungos produzam esporos sexuais, não desenvolvem corpos de frutificação. O zigomiceto mais conhecido popularmente é o bolor (mofo) preto do pão (*Rhizopus stolonifer*).



Fabio Colombini/Acervo do fotógrafo

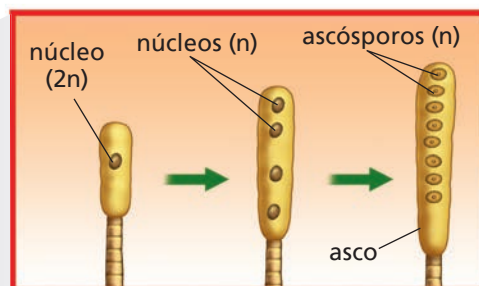
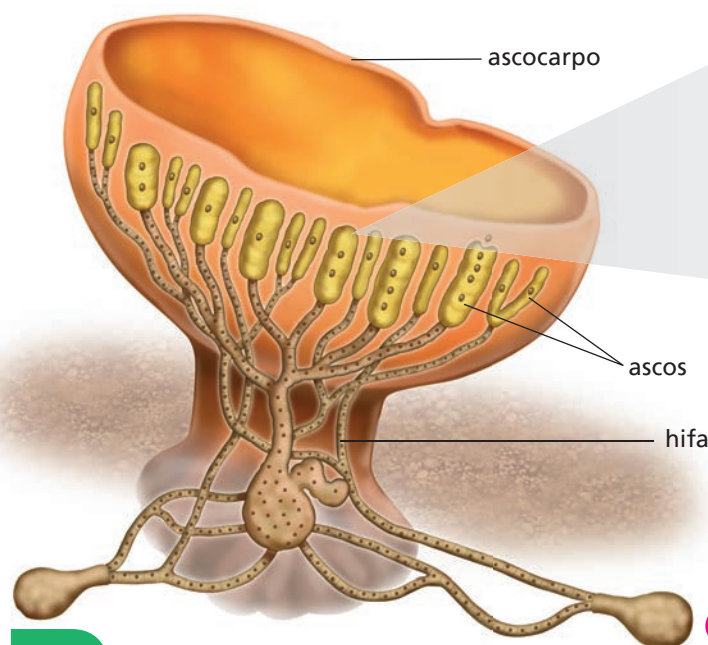
▶ **Ascomycos** de ascomiceto sobre tronco de árvore, na Floresta Amazônica. Cada ascomarpo mede cerca de 2,5 cm de altura.

Revolvendo o que já foi estudado, na meiose ocorrem duas divisões sucessivas, das quais a primeira é reducional e a segunda é semelhante à mitose comum. Assim, uma célula diploide ( $2n$ ) dá origem a quatro células haploides ( $n$ ).

No grupo mais diversificado de fungos, os **ascomicetos**, cada uma dessas quatro células haploides sofre mitose, originando oito células, todas haploides. Cada uma dessas oito células é um esporo sexual conhecido por **ascósporo**, uma vez que a estrutura na qual se desenvolve é denominada **asco**.

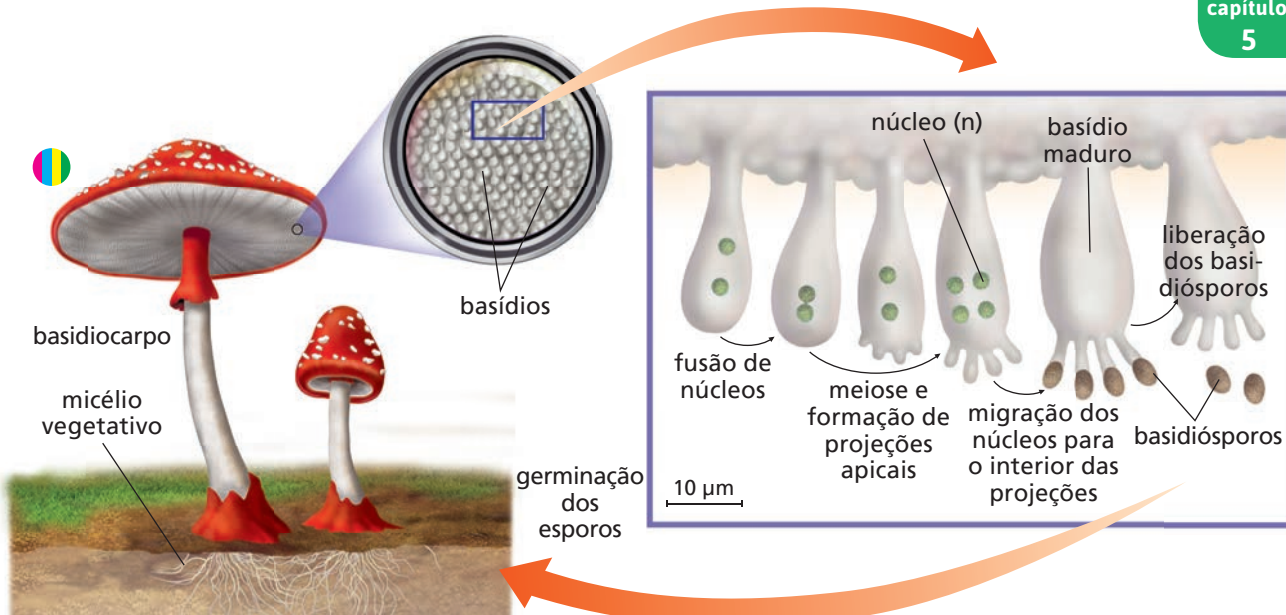
Na maioria dos ascomicetos, os ascos reúnem-se em corpos de frutificação chamados **ascocarpos**.

Entre os ascomicetos estão alguns fungos comestíveis, como a trufa e a *morchella*; estão também o *Saccharomyces cerevisiae*, que é unicelular, e o *Penicillium notatum*. Ambas as espécies não formam corpo de frutificação.



Oswaldo Sequetini/Arquivo da editora

◀ Esquema mostrando estrutura e **formação de ascósporos em ascomiceto**, feito com base em imagens de microscopia.



No grupo dos **basidiomicetos**, os esporos sexuais formam-se a partir de uma célula diploide que, por meiose, origina quatro esporos haploides conhecidos por **basidiósporos**, uma vez que a estrutura na qual se desenvolvem é conhecida por **basídio**, reunidos em corpos de frutificação chamados **basidiocarpos**. São exemplos de basidiocarpos o *champignon* e as orelhas-de-pau.

Esquema representando a **reprodução de um basidiomiceto**, cujo basidiocarpo é um cogumelo.



## ATIVIDADE PRÁTICA

**ALERTA**  
A atividade deve ser feita apenas sob a supervisão do professor.

### Análise de um fungo

Esta atividade exige organização, limpeza e cuidado, pois envolve o uso de um delicado equipamento: o microscópio óptico. Siga as orientações do professor e use equipamentos de proteção pessoal: avental, luvas, máscara.

#### Material necessário

- Pão mofado, com manchas pretas;
- fita adesiva transparente;
- lâminas de vidro;
- tesoura sem ponta;
- microscópio óptico;
- pinça.



#### Procedimentos

1. Corte um pequeno pedaço de fita adesiva (cerca de 2 cm). Utilizando a pinça, coloque o lado adesivo da fita sobre uma das manchas de bolor que está sobre o pão e pressione delicadamente.
2. Retire a fita adesiva, com o auxílio da pinça. Coloque-a sobre uma lâmina limpa, com o lado adesivo voltado para baixo.
3. Observe a imagem do material aumentado pelas lentes do microscópio. Inicie a observação com a lente de menor aumento. Registre esquematicamente o que você observar.

#### Interpretando os resultados

- a. O bolor preto do pão é um zigomiceto. Você consegue identificar as estruturas observadas? Quais são elas?
- b. Mesmo em uma cozinha considerada limpa, o bolor pode se desenvolver em pães e outros alimentos. Explique qual das estruturas observadas "coloniza" uma fatia de pão e por que é tão comum o aparecimento de bolores.
- c. Quais condições interferem na taxa de desenvolvimento do bolor preto do pão? Com seus colegas, escolham uma dessas condições e elaborem um teste experimental para verificar. Se possível, realizem o teste, sob a supervisão do professor. *Veja sugestões de respostas e comentários no Manual.*





# VAMOS CRITICAR O QUE ESTUDAMOS?

Veja no Manual mais informações a respeito da classificação dos fungos e dos quitridiomicetos.

## Fungos verdadeiros, fungos imperfeitos e fungos flagelados

No texto, afirmou-se que os fungos verdadeiros possuem dois tipos de esporos, sexuais e assexuais, sendo todos imóveis.

No entanto, o grupo dos deuteromicetos faz exceção quanto ao tipo de esporo, pois é formado por indivíduos que não desenvolvem esporos sexuais, razão pela qual eram considerados **fungos imperfeitos**. O uso desta expressão se deve ao fato de que o termo "perfeito" era antigamente utilizado pelos botânicos para designar o organismo que possui o conjunto completo de estruturas sexuais reprodutivas.

Os deuteromicetos não correspondem a uma categoria taxonômica (filo), ou seja, não constituem um grupo monofilético. Tradicionalmente, estão ali agrupados os fungos de classificação duvidosa por causa da ausência de estágios meióticos em seu ciclo de vida. Alguns pesquisadores, no entanto, baseando-se em análises moleculares e morfológicas, concluíram que muitos "fungos imperfeitos" são na verdade ascomicetos ou basidiomicetos que, ao longo de sua evolução, per-

deram a capacidade de formar ascas ou basídios e apresentam apenas reprodução assexuada. Por isso, grande revisão tem sido feita na classificação dos fungos.

Os **quitridiomicetos** são fungos aquáticos que possuem esporos móveis com flagelos, mas essa classificação é muito debatida. Para alguns pesquisadores, os fungos verdadeiros não possuem centríolos e, assim, não desenvolvem flagelos. Além disso, a parede celular dos fungos é formada por quitina e os quitridiomicetos possuem parede celular com quitina e celulose. Por essas razões, em algumas classificações são tratados como um grupo de protistas e, em outras, dentro do reino dos fungos.

Nas classificações mais tradicionais, os quitridiomicetos e os zigomicetos eram reunidos em um grupo chamado **ficomicetos**, tendo como característica comum o fato de formarem esporos sexuais, mas não desenvolverem corpos de frutificação. O termo ficomiceto está em desuso.

## Fungos venenosos

Neste capítulo, comentamos a respeito do cuidado na identificação de cogumelos comestíveis, pois diversas espécies de fungos possuem cogumelos venenosos. Mas o que é um veneno?

Os seres vivos produzem naturalmente diversas substâncias como produto de seu metabolismo e algumas dessas substâncias podem ser tóxicas para outras espécies. É o caso, por exemplo, da penicilina, produzida pelos fungos do gênero *Penicillium*; essa substância é um veneno, ou uma toxina, para bactérias, que morrem em sua presença.

Além da composição química, a concentração de uma substância também pode determinar sua toxicidade. Alguns compostos são letais mesmo em pequenas doses, caso da toxina presente nos fungos mostrados na foto ao lado, que pode ser fatal para seres humanos e outros mamíferos.

Existem basidiomicetos cujos cogumelos possuem toxinas de efeito alucinógeno em animais, o que pode ser interpretado como uma forma

de defesa do fungo contra predação. Em seres humanos, as substâncias alucinógenas de cogumelos podem levar à morte. Apenas especialistas são capazes de identificar, em um ambiente natural, quais são os fungos comestíveis e quais são aqueles tóxicos e prejudiciais para a nossa saúde.



AGE Fotostock/Grupo Keystone

^ **Cogumelos do gênero *Amanita***, produtores de toxinas potentes, que são capazes de levar uma pessoa à morte em caso de ingestão (medem cerca de 7 cm de comprimento).



## A descoberta da penicilina

Uma importante característica dos cientistas é estar preparado para observar os fatos, questionando-os e investigando as possíveis causas. Assim, o que poderia passar despercebido para muitas pessoas, pode ser objeto de estudo para um cientista. Muitos são os exemplos registrados na história da Ciência e um deles é o que ocorreu com a descoberta acidental da penicilina, em 1928, por Alexander Fleming, bacteriologista nascido na Escócia (1881) e falecido em Londres (1955).

Fleming dedicava-se ao estudo de certas infecções bacterianas. Ele descobriu a lisozima, enzima naturalmente presente em algumas secreções do corpo humano, como lágrimas e saliva. Por destruir bactérias, a lisozima tem ação antibiótica.

O pesquisador trabalhava com uma cultura de bactérias do grupo dos estafilococos quando notou o desenvolvimento inesperado de um fungo, junto às bactérias.

Preparado para analisar ocorrências, Fleming teve a curiosidade aguçada e observou cuidadosamente a relação entre as colônias de bactérias e as colônias do fungo. Notou, então, que as colônias

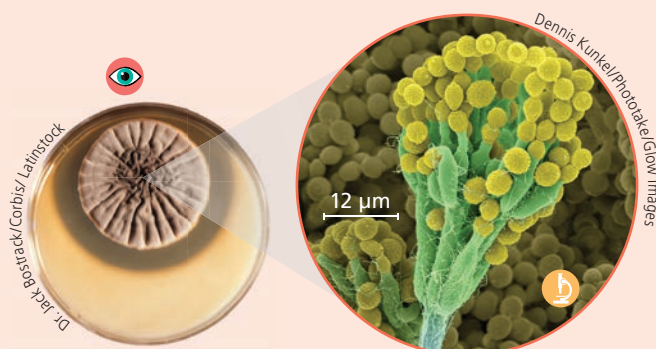
de bactérias não se desenvolveram próximas ao fungo, o que o levou a concluir que o fungo liberava uma substância que inibia o desenvolvimento das bactérias. Esse fungo foi identificado como sendo da espécie *Penicillium notatum* e a substância antibiótica produzida por ele foi chamada *penicilina*.

Em pouco tempo iniciou-se a produção da penicilina em grande escala, pela indústria farmacêutica, causando redução significativa do número de mortes por infecções bacterianas. Até hoje, é um dos medicamentos mais utilizados no combate a diversas doenças causadas por bactérias.

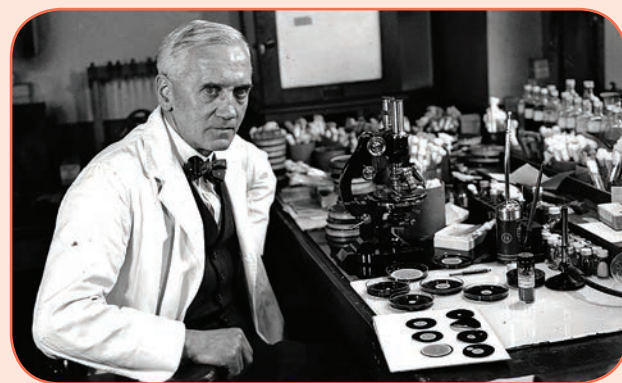
Como não era químico, Fleming não isolou quimicamente a penicilina, o que permitiria a produção industrial. Isso foi feito 11 anos depois, por H. W. Forey e E. B. Chain, dois pesquisadores de Oxford.

Os trabalhos de Forey e Chain, somados aos de Fleming, valeram aos três o prêmio Nobel de Medicina de 1945.

Fonte: Site do Prêmio Nobel (em inglês). Disponível em: <[http://www.nobelprize.org/nobel\\_prizes/medicine/laureates/1945/](http://www.nobelprize.org/nobel_prizes/medicine/laureates/1945/)>. Acesso em: 01 abr. 2016.



▲ Placa de cultura de bactérias onde se desenvolveu uma colônia de *Penicillium notatum*. No detalhe, a região produtora de esporos (bolinhas amarelas) desse fungo.



▲ **Alexander Fleming** em seu laboratório, em Londres, 1943.

## DEPOIS DA LEITURA...

- a) Tuberculose, coqueluche, sífilis, tétano são doenças causadas por bactérias e podem ser tratadas com antibióticos. A hepatite, a gripe e o sarampo ▼
- a. Indique, entre as doenças a seguir, aquelas que podem ser tratadas com antibióticos: tuberculose, coqueluche, hepatite, sífilis, gripe, tétano, sarampo e candidíase. Anote no caderno, não esquecendo de justificar a resposta. ► são doenças virais e a candidíase é causada por fungo. Esta questão permite rever o que foi aprendido em capítulos anteriores.
- b. Relembre o que você estudou a respeito de interações ecológicas e explique qual é a relação entre *Penicillium* e bactérias. b) Antibiose: a presença do fungo *Penicillium* prejudica a sobrevivência de bactérias.
- c. Fleming, Forey e Chain foram agraciados com o prêmio Nobel de Medicina. Que prêmio é esse? Quem o instituiu e com qual objetivo? Consulte revistas e sites para descobrir. c) Consulte o Manual.

2 a) Pela fermentação, realizada pelas leveduras (fermento biológico), libera-se gás carbônico, que torna a massa menos densa do que a água e capaz de flutuar.

## Revedo e aplicando conceitos

1. Os conceitos a seguir referem-se à estrutura básica de um fungo. 1. Consulte o Manual.

Corpo de frutificação

Célula

Parede celular de quitina

Micélio

Esporo

Fungo

Organize os conceitos em sequência decrescente, ou seja, do conceito mais abrangente para o mais restrito e procure relacioná-los por meio de traços. Em cada traço, escreva um verbo de ligação.

2. Na produção do pão, utilizando fermento biológico, após o preparo da massa é necessário esperar até que ela fique pronta para ser assada. Para isso, é comum o uso, principalmente em nível doméstico, de um procedimento muito simples: assim que a massa acaba de ser preparada faz-se uma bolota, que é colocada na água de um copo. A bolota afunda, mas algum tempo depois flutua: a massa está pronta para ser assada!

a. Explique a relação entre a bolota flutuar na água e a massa estar pronta para ser assada. Se necessário, recorra a uma pequena pesquisa e também a uma troca de ideias com colegas e familiares.

b. Explique o que é o fermento biológico e quais são suas características.

2. b) Leveduras, que pertencem ao grupo dos ascomicetos.

c. Quais são as características do grupo de fungos ao qual o fermento biológico faz parte?

2. c) Formação de asco, no qual são produzidos os ascósporos.

3. Explique por que os fungos nunca estão na base de uma teia alimentar, ou seja, por que nunca são os produtores. Explique também a importância dos fungos para o equilíbrio de um ecossistema.

4. Vamos considerar dois fungos comestíveis pelo ser humano: a trufa e o *champignon*. Eles pertencem a grupos distintos de fungos: ascomicetos e basidiomicetos, respectivamente. Quais características nos permitem diferenciar esses dois grupos?

4. Os ascomicetos formam ascocarpos e os basidiomicetos formam basidiocarpos.

## Trabalhando com gráficos

5. O gráfico esboçado a seguir compara o crescimento em altura de árvores de três espécies, sob duas condições: micorrizas ausentes e presentes.

5. a) Micorrizas são associações mutualísticas entre raízes de plantas e fungos.

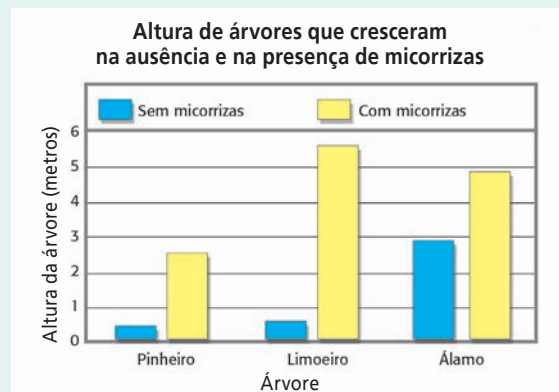
a. Explique o que são micorrizas.

b. A relação ecológica representada pelas micorrizas é benéfica para as três plantas? Por quê?

3. Os fungos são heterótrofos e, portanto, não poderiam ser produtores em uma teia alimentar. Veja mais comentários no Manual.

5. b) Sim, pois, com as micorrizas, as três árvores apresentaram aumento em relação ao crescimento em altura.

- c. O crescimento do álamo com micorrizas foi quantas vezes maior do que na condição sem micorrizas? Calcule o valor em porcentagem. 5. c) 40%.



- d. A queimada é um método inadequado de preparar um terreno para plantio. Entre outros prejuízos ao meio ambiente, o solo torna-se menos fértil. Relacione este fato com a conclusão que você obteve a partir da análise do gráfico.

5. d) O calor do fogo mata micro-organismos do solo, inclusive os fungos que podem formar micorrizas.

## Questões do Enem e de vestibulares

6. (Unicamp-SP) Os fungos são organismos eucarióticos heterotróficos unicelulares ou multicelulares. Os fungos multicelulares têm os núcleos dispersos em hifas, que podem ser contínuas ou septadas, e que, em conjunto, formam o micélio.

a. Mencione uma característica que diferencie a célula de um fungo de uma célula animal, e outra que diferencie a célula de um fungo de uma célula vegetal.

6. b) Obtenção de determinados antibióticos; produção de queijo, bolos e pães.

b. Em animais, alguns fungos podem provocar intoxicação e doenças como micoses; em plantas, podem causar doenças que prejudicam a lavoura, como a ferrugem do cafeeiro, a necrose do amendoim e a vassoura de bruxa do cacau. Entretanto, os fungos também podem ser benéficos. Cite dois benefícios proporcionados pelos fungos.

7. (Enem-2012) Há milhares de anos o homem faz uso da biotecnologia para a produção de alimentos como pães, cervejas e vinhos. Na fabricação de pães, por exemplo, são usados fungos unicelulares, chamados de leveduras, que são comercializados como fermento biológico. Eles são usados para promover o crescimento da massa, deixando-a leve e macia. O crescimento da massa do pão pelo processo citado é resultante da:

7. a a. liberação de gás carbônico. d. produção de ATP.  
b. formação de ácido lático. e. liberação de calor.  
c. formação de água.

6. a) Os fungos possuem parede celular, ausente nas células animais. A parede celular é composta de quitina, e não de celulose como nas células vegetais. Os fungos não possuem cloroplastos ou vacúolo de suco celular em suas células.



# Biodiversidade II: Plantas

UNIDADE

2



OBJETIVOS  
GERAIS DA  
UNIDADE

ABERTURA  
DA UNIDADE

AGE Fotostock/Grupo Keystone

DIVULGAÇÃO PNLD

**Você pode conhecer mais a respeito das plantas, entendendo questões como estas:**

- ⟨ Um musgo, uma samambaia, um pinheiro e uma laranjeira: o que essas plantas têm em comum? E no que são diferentes?
- ⟨ Por que a maioria das plantas possui folhas verdes e o que isso tem a ver com a liberação de oxigênio?
- ⟨ Por que o tronco de uma árvore aumenta em espessura ao longo do tempo?
- ⟨ As plantas são organismos imóveis?
- ⟨ Existe planta hermafrodita?
- ⟨ Água, vento, animais... Como esses fatores se relacionam com a reprodução das plantas?

A diversidade de plantas é muito grande. Algumas não produzem flores, frutos ou sementes; outras, como o girassol, produzem milhares de pequenas flores reunidas em um capítulo floral. O girassol pode chegar a 4 m de altura.

# Grandes grupos de plantas

COMENTÁRIOS  
GERAISREFLEXÕES  
SOBRE O ENSINO  
DE BIOLOGIA

## PENSE E RESPONDA

- Consultando o glossário etimológico, você pode descobrir qual é o significado dos termos **criptógamas** e **fanerógamas**. Anote-os no caderno e prossiga a leitura.
- Consultando o glossário etimológico, dê o significado da palavra **espermatófito**. Anote-o no caderno e dê exemplos.

a) Criptógamas: união ou casamento (gama) oculto (*cripto*); refere-se às estruturas reprodutivas pouco evidentes. Fanerógamas: casamento aparente (*fanero*); refere-se às estruturas reprodutivas evidentes.  
b) Espermatófito: planta (*fita*) que produz semente (*esperma*).



## MULTIMÍDIA

### Seres vivos – Algas, plantas e fungos

<[http://www.bdc.ib.unicamp.br/bdc/visualizarMaterial.php?idMaterial=1300#.VwU\\_WzYrJQM](http://www.bdc.ib.unicamp.br/bdc/visualizarMaterial.php?idMaterial=1300#.VwU_WzYrJQM)>

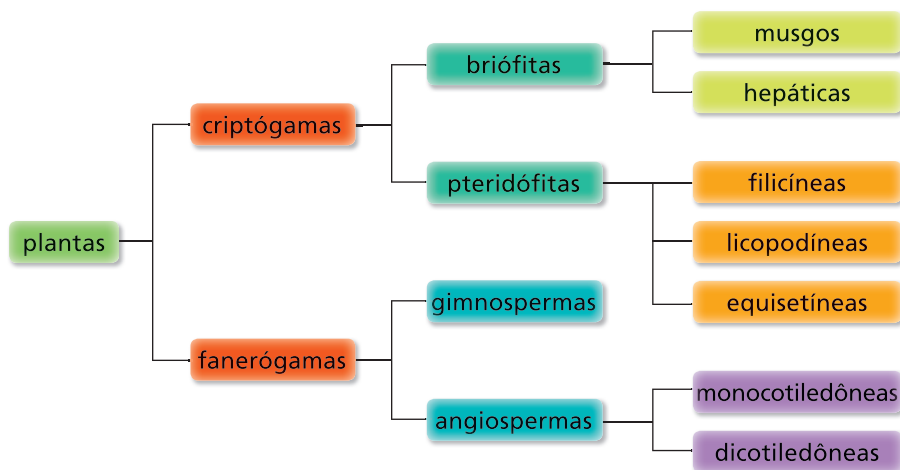
Este vídeo apresenta as características de plantas, algas e fungos, seres que, antigamente, eram classificados no mesmo reino. Reveja o que aprendeu nos capítulos anteriores sobre algas e fungos e conheça o que define uma planta. Acesso em: 06 abr. 2016.



## 1 Classificação das plantas

Existem propostas diversas para a organização do reino das plantas em filos ou divisões. Vamos adotar uma classificação didática, sem fazer referências aos grupos taxonômicos equivalentes a filos ou classes propostos mais recentemente.

Veja no esquema a seguir essa organização didática simplificada.



Equipe NATH/Arquivo da editora

Como você pôde observar no esquema acima, o reino das plantas costuma ser dividido em dois grandes grupos: o das **criptógamas** e o das **fanerógamas**.

Os termos “criptógamas” e “fanerógamas” não têm significados taxonômicos, pois não correspondem a nenhuma categoria de classificação. São termos, porém, tradicionalmente utilizados para distinguir dois grupos diferentes de plantas, quanto à estrutura de reprodução.

A palavra “gama” vem de *gamein*, que significa “unir”, “união”, referindo-se a estruturas destinadas à reprodução sexuada. Originou, por exemplo, o termo **gametas**, que são as células reprodutoras. Aqui você pode entender “gama” como “estruturas destinadas à reprodução”.

Nas criptógamas, representadas pelas briófitas e pteridófitas, as estruturas destinadas à reprodução sexuada não são facilmente visíveis (*cripto* = escondida).

As fanerógamas têm estruturas de reprodução sexuada facilmente visíveis: são os **estróbilos** e as **flores**. Como resultado da reprodução sexuada das fanerógamas, forma-se a **semente**. Assim, todas as fanerógamas são também chamadas **espermatófitas**.

Vamos estudar dois grupos de criptógamas: briófitas e pteridófitas.

➤ **Briófitas** – são as únicas plantas **avasculares**, ou seja, não têm sistema vascular, que é o responsável pelo transporte de seiva bruta e de seiva elaborada pelo corpo. As briófitas estão representadas principalmente pelos **musgos** e pelas **hepáticas**.

➤ **Pteridófitas** – plantas vasculares com o corpo constituído por raízes, caule e folhas. Estão representadas principalmente pelas samambaias e avencas.

As fanerógamas podem ser divididas em dois grupos: gimnospermas e angiospermas.

➤ **Gimnospermas** – plantas vasculares com o corpo organizado em raiz, caule, folhas e cuja estrutura reprodutiva é o estróbilo, com formação de semente. Estão representadas principalmente pelos pinheiros.

➤ **Angiospermas** – plantas vasculares com o corpo organizado em raiz, caule, folhas e flor, com formação de sementes que ficam abrigadas no interior de frutos. Correspondem à maior diversidade atual de plantas, como mangueira, jabuticabeira, bromélias, palmeiras e muitas outras.

Gimnospermas: sementes (espermas) nuas (*gimno*).  
Angiospermas: sementes protegidas em vaso ou urna (*angio*), em referência às flores.



#### PENSE E RESPONDA

Consulte o glossário etimológico e explique o significado dessas duas palavras: **gimnospermas** e **angiospermas**. Anote no caderno.



#### RECORDE-SE

##### Célula diploide

Aquela que contém dois conjuntos de cromossomos. Por exemplo, uma célula  $2n = 12$  possui 6 tipos de cromossomos, com um par de cada tipo.

##### Célula haploide

Aquela que contém apenas um conjunto de cromossomos, ou seja, não é possível organizá-los em pares. A célula  $n = 6$  possui apenas um cromossomo de cada tipo.

## 1.1 Ciclo de vida das plantas

Todas as plantas apresentam, em seu ciclo reprodutivo, alternância de uma geração haploide com outra diploide, falando-se em ciclo **haplodiplobionte**. Os indivíduos da fase haploide são chamados **gametófitos** e os da fase diploide são chamados **esporófitos**.

A geração gametofítica produz **gametas** e a esporofítica produz **esporos**.

Tanto os gametas quanto os esporos das plantas são células haploides e diferem entre si em muitos aspectos morfológicos e funcionais.

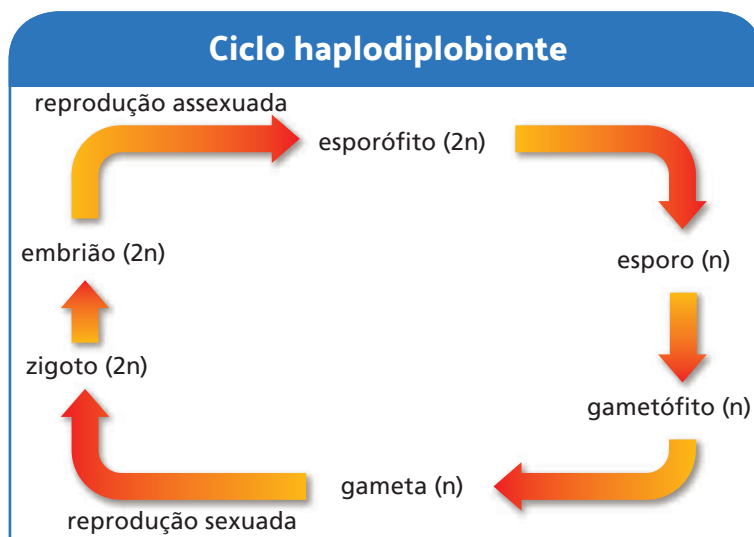
Os esporos têm envoltório rígido protetor que lhes confere maior resistência a condições adversas do meio. Depois de liberados pela planta, são dispersados no ambiente. Caindo em substrato adequado, germinam e originam um novo indivíduo também haploide.

Os gametas não têm envoltório rígido e, como regra geral, não formam diretamente novos indivíduos. Esses só se desenvolvem após a fecundação, que é a fusão do núcleo haploide do gameta feminino com o do gameta masculino, formando o zigoto diploide, o que caracteriza a reprodução sexuada.

Assim, os gametófitos, que são haploides, originam-se a partir de esporos; os esporófitos, constituídos de células diploides, resultam da fecundação de gametas e do desenvolvimento de um zigoto.

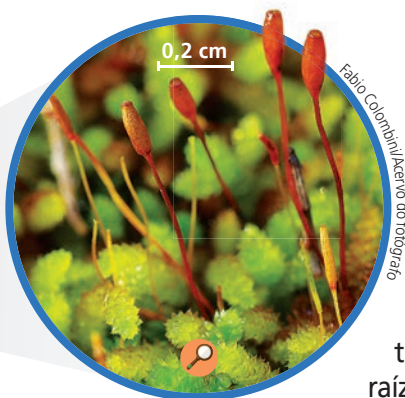
Acompanhe no esquema ao lado as relações entre gametófito e esporófito no ciclo haplodiplobionte.

Em todas as plantas, a produção de gametas ocorre por mitose. A meiose, processo que reduz o número de cromossomos à metade nas células resultantes, ocorre na formação dos esporos.



Equipe NATH/Arquivo da editora





## 2 Briófitas

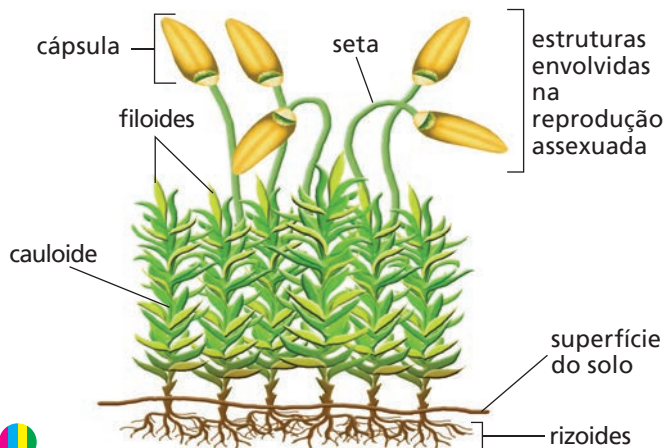
Vamos conhecer mais algumas informações sobre as **briófitas**, estudando o representante mais comum do grupo: o **musgo**.

Como já comentado, as briófitas são avasculares, ou seja, não têm raízes, mas apresentam estruturas semelhantes a elas: os **rizoides**. Estes fixam a planta ao substrato e dele absorvem água e sais minerais, substâncias que são transportadas de forma lenta, célula a célula, para as demais partes da planta. A ausência de vasos condutores de seiva limita o tamanho dessas plantas, que dificilmente ultrapassam 20 cm de altura.

Além de apresentar pequeno porte, as briófitas estão restritas a ambientes constantemente úmidos, sendo que um dos fatores responsáveis por essa restrição ecológica é a ausência de mecanismos relacionados ao controle da transpiração, presentes nas demais plantas. Por transpiração, a planta perde água para o ambiente e, se não houver um sistema de controle desse mecanismo, a planta perde muita água e não sobrevive.

Nos musgos, além dos rizoides, existem estruturas que lembram pequenas folhas e caule. Como não apresentam vasos condutores, utilizam-se os termos **filoides** e **cauloide**, respectivamente.

### Estruturas do musgo



### CURIOSIDADE

**Hepáticas** são briófitas, assim como os musgos. Elas têm corpo achatado, preso ao substrato por rizoides, e medem entre 5-10 cm de comprimento. Os conceptáculos são estruturas que produzem "pacotes" de células que, lançados no ambiente, promovem reprodução vegetativa das hepáticas.

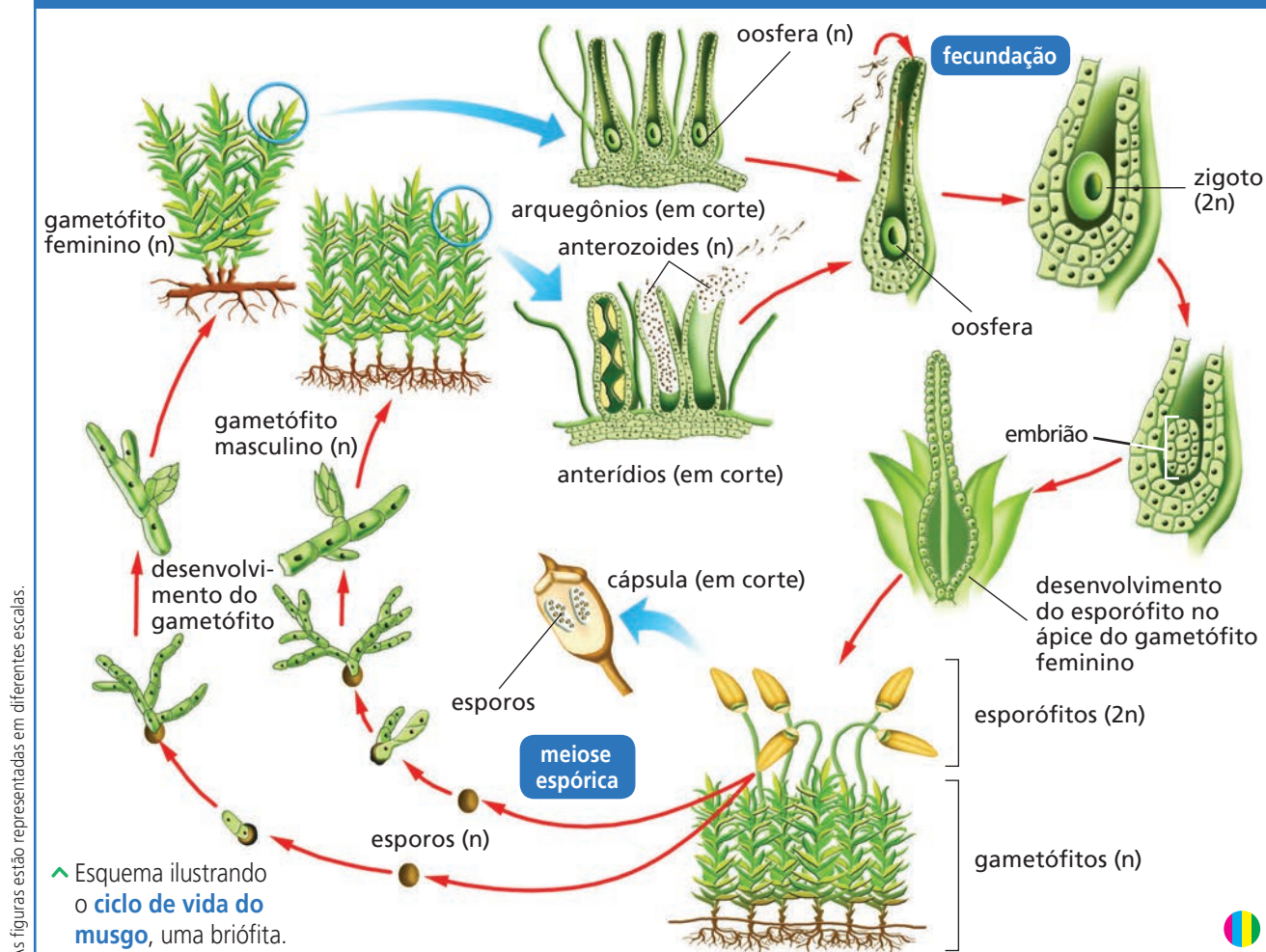


### <2.1> Ciclo de vida das briófitas

Nas briófitas, a geração duradoura é a gametofítica e a fase temporária é a esporofítica. Nessas plantas, o esporófito é dependente do gametófito para nutrição, vivendo sobre ele. Quando você observa um musgo verde, com rizoides, cauloide e filoides, você está diante do gametófito.

É o gametófito que dá origem aos elementos sexuais (gametas) formadores do zigoto (ovo), após a fecundação. Do desenvolvimento do zigoto resultam os esporófitos, que produzem os esporos por divisão meiótica. Quando maduros, os esporos são lançados no solo, germinam e formam uma nova planta, o gametófito.

## Ciclo de vida de uma briófit



Luis Moura/Arquivo da editora

Você pode observar no esquema anterior que os gametas femininos, chamados **oosferas**, são produzidos em regiões do gametófito feminino, os **arquegônios**. Já os gametas masculinos são chamados **anterozoides** e são produzidos nos **anterídios**, localizados no gametófito masculino.

Os anterozoides têm flagelos e locomovem-se em meio aquoso até atingir o arquegônio, onde estão as oosferas. As briófitas dependem, portanto, de umidade e da formação de um filme de água para o deslocamento dos anterozoides em direção à oosfera para que ocorra a fecundação e se complete o seu ciclo reprodutivo. Do zigoto surge o esporófito, que produz os esporos por meiose, dando continuidade ao ciclo.

Os diversos grupos de briófitas apresentam diferenças morfológicas, tanto no gametófito, como no esporófito; seu ciclo reprodutivo é, no entanto, basicamente o mesmo que você acabou de ver para o musgo.



## RECORDE-SE

## Fecundação e germinação

A **fecundação** realizada pelos gametas de briófitas dá origem ao esporófito, que é temporário.

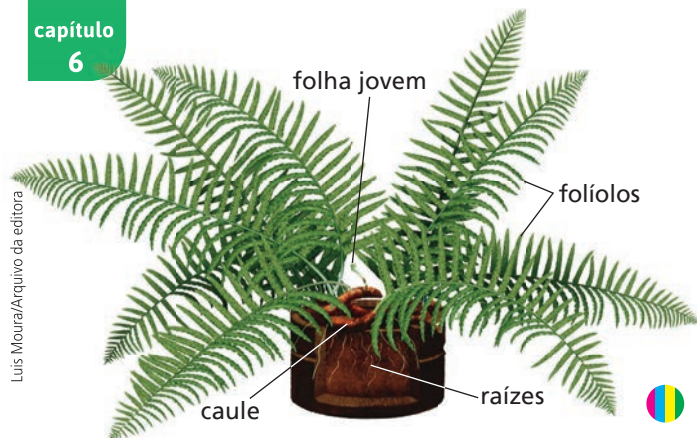
A **germinação** dos esporos de briófitas resulta na fase duradoura, que é um gametófito.

➤ As hepáticas possuem ramos especiais que abrigam os anterídios e os arquegônios. Nesta foto vemos os **anteridióforos**, nos quais se localizam os anterídios.



Fabio Colombini/Arquivo do fotógrafo





Desenho de **samambaia**. Observe as raízes, o caule e as folhas, cada uma formada por dezenas de folíolos. As folhas jovens são chamadas **báculos**.



Samambaiaçu, uma pteridófita de caule aéreo. Pode medir de 2 m a 4 m de altura.

### 3 Pteridófitas

A samambaia, assim como as demais **pteridófitas**, tem o corpo formado pelas mesmas partes que constituem o corpo das fanerógamas, isto é, raízes, caule e folhas, com presença de sistema vascular. O caule da maioria das pteridófitas, no entanto, é subterrâneo, enquanto a maioria dos caules das fanerógamas é aérea. A exceção é a samambaiaçu, nativa da Mata Atlântica, que possui caule aéreo.

Embora existam pteridófitas aquáticas, a maior parte delas vive em ambientes terrestres úmidos.

As pteridófitas são criptógamas **vasculares**. A condução rápida da seiva por meio de vasos está relacionada ao fato de a maioria das espécies ter porte maior que o observado nas briófitas. Além disso, as pteridófitas têm tecidos de sustentação no corpo, o que lhes permite apresentarem-se eretas. Esses tecidos ocorrem também nas fanerógamas.

Podemos considerar três grupos de pteridófitas, apresentados a seguir.

| Filicíneas                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | Licopodíneas                                                                                                                                                                                                                                                                                       | Equisetíneas                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>Face inferior de folíolos de <b>samambaia</b>, com soros.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                             | <p>Pteridófita do gênero <b>Lycopodium</b> (altura entre 5 cm e 30 cm).</p>                                                                                                                                                                                                                        | <p>Cavalinha (<b>Equisetum</b>), cuja altura é de 20 cm a 80 cm.</p>                                                                                                                                                                                                                                           |
| <p>Possuem folhas grandes e geralmente divididas em folíolos. Desenvolvem estruturas chamadas <b>soros</b>, na face inferior das folhas, em que são formados os esporos. São filicíneas as samambaias, as avencas e pteridófitas aquáticas de pequeno porte, como é o caso dos gêneros <i>Azolla</i>, <i>Salvinia</i> e <i>Marsilea</i>.</p> | <p>Possuem folhas pequenas, com ausência de soros. As folhas localizadas nas extremidades dos ramos abrigam as estruturas reprodutivas produtoras de esporos, chamadas esporângios. São membros do grupo os licopódios e as selaginelas, ambos comuns em áreas muito úmidas de Mata Atlântica.</p> | <p>Possuem folhas reduzidas a simples escamas. Os esporângios estão localizados no ápice do caule, organizados em estrutura semelhante a um estróbilo. São representadas por um único gênero, <i>Equisetum</i>, conhecida popularmente como cavalinha, comum em solos alagados, na beira de lagoas e rios.</p> |

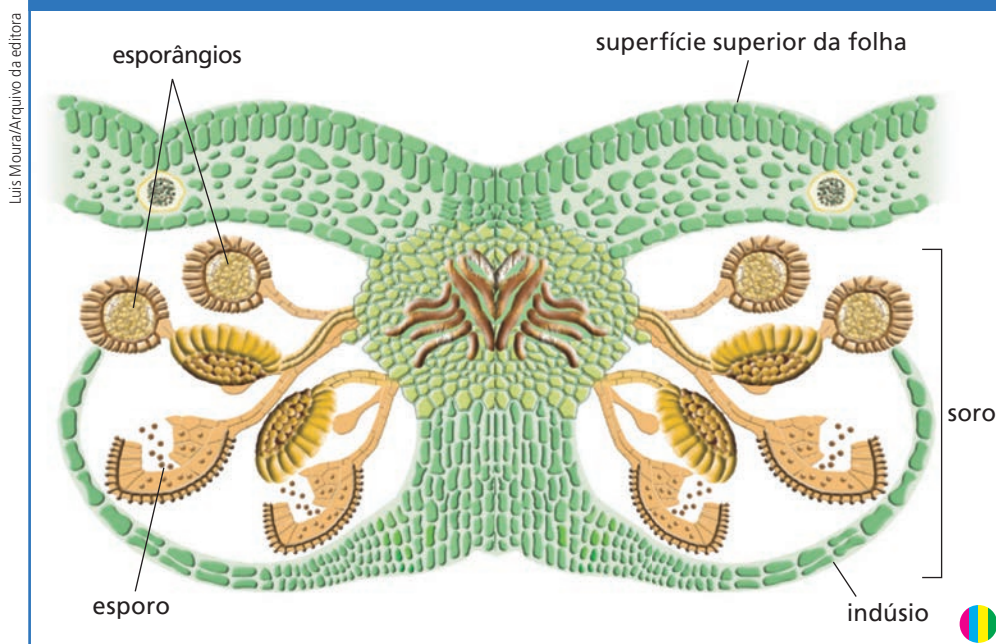


### 3.1 Ciclo de vida das pteridófitas

Vamos estudar o ciclo de vida em pteridófitas, com base nas samambaias.

A fase duradoura do ciclo de vida é a do esporófito, correspondente à samambaia que conhecemos. A fase temporária é a do gametófito, que passa despercebida aos nossos olhos. Nos soros, desenvolvidos nos esporófitos, há numerosos **esporângios**, nos quais os **esporos** são formados por meiose.

#### Corte transversal de soro de samambaia

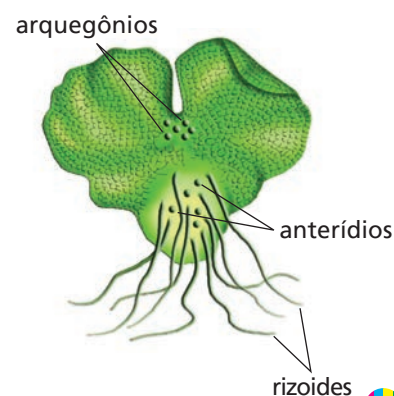


Esquema ilustrando um corte transversal de **folíolo fértil de samambaia**, na região de um soro. Os esporângios estão protegidos pelo indúcio (estrutura ausente em soros de algumas espécies). Representação com base em imagens de microscopia óptica.

Os esporos lançados no solo podem se desenvolver, originando os gametângios, que nesse caso são chamados **prótalos**. Os prótalos são, portanto, haploides.

< **Prótalo de samambaia** (mede cerca de 2 cm de largura). Na fotografia, observe os rizoides e o esporófito (haste) no início do seu desenvolvimento. No esquema à direita, veja a localização dos anterídios e dos arquegônios no prótalo.

#### Prótalo de samambaia



## RECORDE-SE

## Reprodução nas criptógamas

As briófitas e as pteridófitas dependem da água para que ocorra o encontro dos gametas. Sua distribuição geográfica está, portanto, limitada a ambientes úmidos.

## Ciclo de vida das pteridófitas

O esporófito é a geração duradoura, e o gametófito (prótalo) é a fase temporária. Ambos são fotossintetizantes.

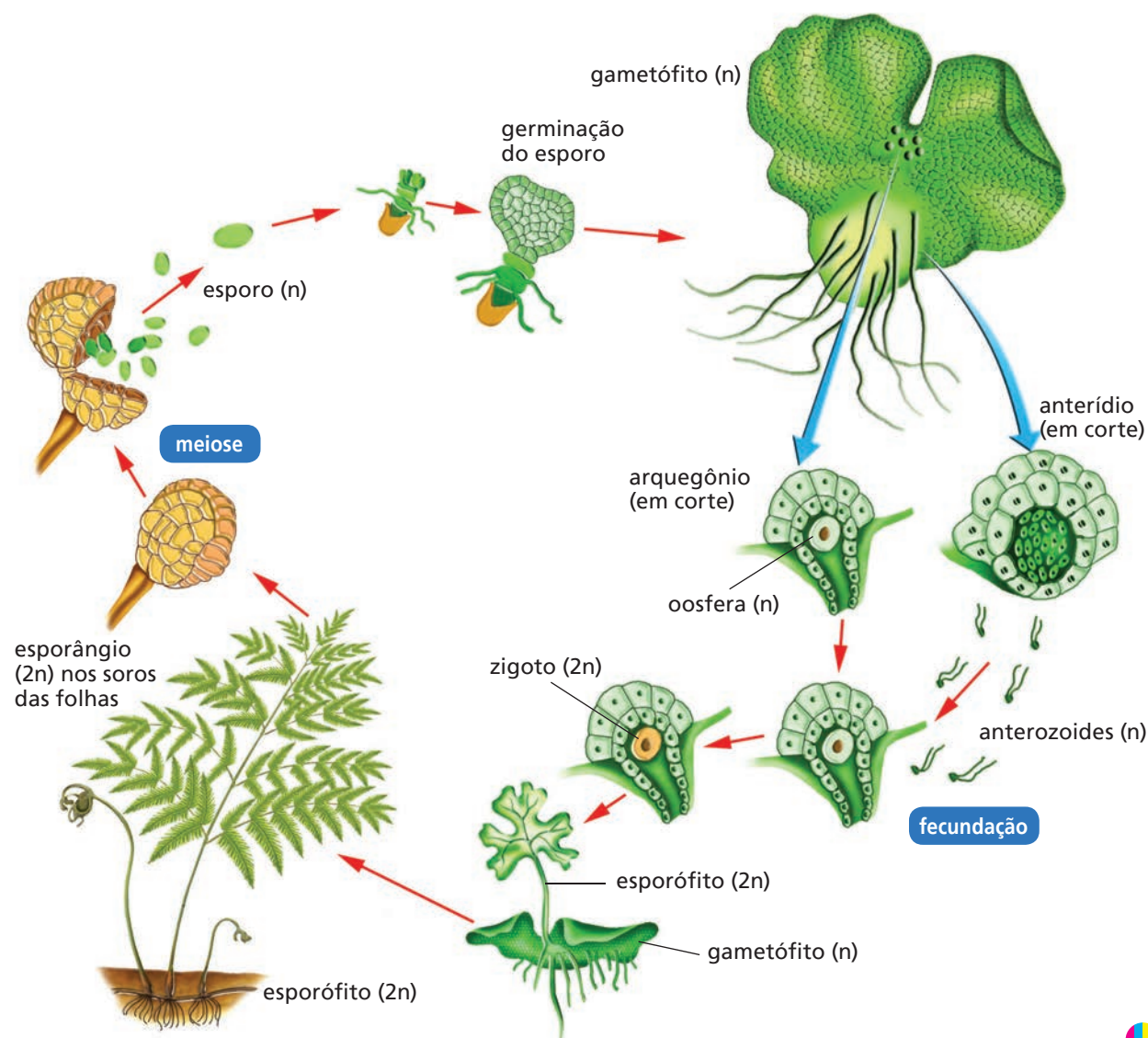
Os prótalo são sempre muito reduzidos em tamanho, medindo cerca de 2 cm de largura. Em um mesmo indivíduo, diferenciam-se **gametângios** masculinos (anterídios) e femininos (arquegônios). O prótalo é, portanto, hermafrodita.

Os anterídios produzem os anterozoides, que são os gametas masculinos, dotados de flagelos, e capazes de locomoverem-se até outras regiões do prótalo, desde que haja meio aquoso para a locomoção.

Os arquegônios produzem gametas femininos, as oosferas, que permanecem no interior destas estruturas.

Ao ocorrer a fecundação da oosfera pelo anterozoide, forma-se um embrião diploide, que dará origem a uma nova planta (esporófito), a qual inicialmente se alimenta do próprio prótalo e aos poucos vai se diferenciando em planta adulta, independente.

## Ciclo de vida de pteridófitas



As figuras estão representadas em diferentes escalas.

Esquema ilustrando o **ciclo de vida da samambaia**, uma pteridófita.



**Monoica:** uma (*mono*) casa (*oikos*). Refere-se à condição em que um indivíduo possui estruturas reprodutivas masculinas e femininas.

**Dioica:** duas (*di*) casas (*oikos*). Refere-se à condição em que há indivíduos apenas com estruturas masculinas e outros com estruturas femininas (plantas de sexos separados).

## 4 Gimnospermas

As **gimnospermas** são plantas vasculares, com espécies que atingem grande porte. Pertencem a esse grupo as maiores árvores que se conhecem: as sequoias, plantas de regiões de clima temperado, que chegam a atingir cerca de 100 m de altura e viver cerca de 3 mil anos. São também exemplos de gimnospermas os pinheiros e as cicas.

Os **estróbilos** são estruturas reprodutivas das gimnospermas onde se formam os gametas e podem ser masculinos ou femininos.

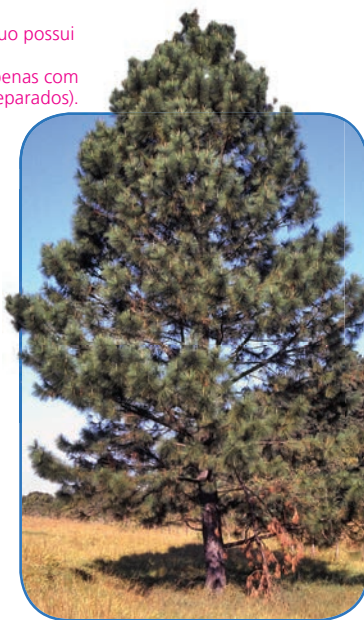
Podem ocorrer estróbilos femininos e masculinos na mesma planta, falando-se em condição **monoica**. Quando os elementos reprodutivos masculinos e femininos localizam-se em árvores separadas, sendo um indivíduo produtor apenas de estróbilos femininos ou apenas masculinos, dizemos que a espécie é **dioica**.

O pinheiro nativo do Brasil é o pinheiro-do-paraná ou **araucária**, pertencente à espécie *Araucaria angustifolia*. Essa espécie é, normalmente, dioica, mas a condição monoica pode ocorrer quando a araucária é submetida a traumas ou doenças. A formação de estróbilo feminino ocorre o ano todo, mas a de estróbilo masculino ocorre de agosto a janeiro.

Esse pinheiro forma a Mata de Araucárias. Dos 20 milhões de hectares que cobriam as regiões Sul e Sudeste do Brasil, restam aproximadamente 2%, sendo que os principais fatores dessa enorme redução foram a derrubada das árvores para aproveitamento da madeira em construções e a ocupação humana do espaço.

A araucária tem grande interação com a fauna, que constitui elemento muito importante para a dispersão das sementes. Entre os animais dispersores de sementes de araucária destacam-se os roedores e as aves. Entre os roedores, estão as cotias, as pacas, os ouriços, os camundongos e os se-relepes (esquilos). Entre as aves estão o papagaio-de-peito-roxo, a gralha-picaça, os airus, a gralha-azul e os tucanos.

< **Gralha-azul** (*Cyanocorax caeruleus*), ave símbolo da Mata de Araucárias. Machos e fêmeas têm coloração semelhante. Essa ave se alimenta de insetos, frutos e pinhões. Neste último caso, auxilia a dispersão das sementes. Mede cerca de 39 cm de comprimento.



Fabio Colombini/Acervo do fotógrafo



Fabio Colombini/Acervo do fotógrafo

^ **Cica:** até 10 m de altura.

< **Pinheiro:** cerca de 20 m de altura.



### PENSE E RESPONDA

Consulte o glossário etimológico e explique o significado dos termos **monoica** e **dioica**, relacionando-os às definições presentes no texto. Anote no caderno.



Stefan Kolumban/Pulsar Imagens

^ **Araucária** ou pinheiro-do-paraná, gimnosperma nativa das regiões Sul e Sudeste do Brasil, com altura média de 30 m.



Fabio Colombini/Acervo do fotógrafo



Roberto Löffel/Kino

^ **Estróbilos masculinos de araucária.** São cilíndricos e medem de 10 cm a 20 cm de comprimento.

^ Duas **pinhas de araucária**, sendo que uma delas está com parte retirada. A pinha corresponde ao estróbilo feminino já fecundado, portando as sementes (os pinhões).



Fabio Colombini/Acervo do fotógrafo



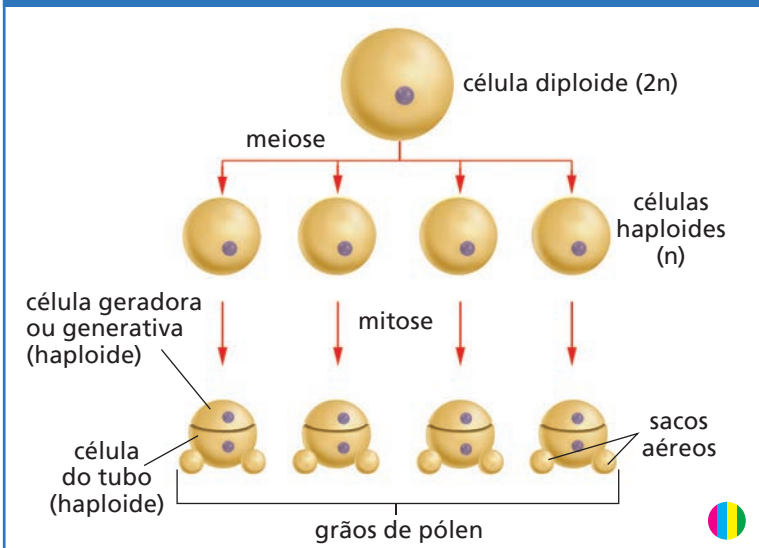
## 4.1 Ciclo de vida das gimnospermas

✓ Esquema ilustrando duas etapas da **formação de grãos de pólen** em gimnospermas. Os grãos de pólen formam-se dentro dos esporângios localizados nos estróbilos masculinos. A parede externa dos grãos de pólen não está representada.

Do mesmo modo que nas briófitas e nas pteridófitas, há alternância de gerações no ciclo de vida das gimnospermas e no das angiospermas. Nas fanerógamas, entretanto, há grande redução da fase gametofítica que se desenvolve no próprio esporófito e não forma um indivíduo isolado.

Quando nos deparamos com um pinheiro, estamos diante do **esporófito**. Ele é um organismo diploide, que produz esporos por meiose, mas não chegamos a ver esses esporos. Eles são formados nos estróbilos, estruturas que possuem um eixo interno de sustentação, do qual partem várias folhas modificadas. Em cada uma delas, diferenciam-se os esporângios, em que os esporos são formados.

### Formação de grãos de pólen em gimnospermas



No estróbilo masculino, cada espora formado é uma célula haploide envolta por uma parede rígida e não é liberado do esporângio. Ali mesmo, no esporângio e dentro de sua parede externa protetora, o espora se divide por mitose, formando duas células haploides. Essas duas células envoltas pela parede externa protetora correspondem ao gametófito masculino imaturo, que recebe o nome de **grão de pólen**.

No estróbilo feminino, cada esporângio é protegido por um tecido de revestimento chamado **tegumento**, e o conjunto esporângio mais o tegumento é chamado **óvulo**. O esporângio dá origem a esporos por meiose, e eles não são liberados do estróbilo.

Na época da reprodução, os grãos de pólen são liberados dos estróbilos masculinos e transportados pelo vento, podendo chegar até um estróbilo feminino contendo óvulos. O processo de transporte do pólen até a estrutura reprodutora feminina é chamado **polinização**. No caso das gimnospermas, a polinização é feita pelo ar, falando-se em **anemofilia** (*anemo* = vento; *filia* = amizade, atração).

Após a polinização é que o espora do interior do óvulo germina. Ele se divide por mitose originando um conjunto de células haploides. Essas células constituem o **gametófito feminino**, que é, portanto, bastante reduzido. Algumas dessas células diferenciam-se em gametas femininos, chamados **oosferas**, enquanto outras dão origem a um tecido de reserva de nutrientes.

Os grãos de pólen, ao atingirem o tegumento do óvulo, também sofrem modificações: uma de suas células origina um longo tubo, que cresce em direção ao interior do óvulo, onde estão as oosferas. É o chamado **tubo polínico**, que corresponde ao gametófito masculino maduro. A outra célula presente no pólen se divide por mitose originando duas **células espermáticas**, correspondentes aos gametas masculinos, e que são levadas pelo tubo polínico até a oosfera. Apenas uma célula espermática fecunda uma oosfera, formando um zigoto (diploide), que se desenvolve em **embrião**.

### RECORDE-SE

#### Usos do termo óvulo

O termo **óvulo** é utilizado para estruturas reprodutivas de animais e de plantas:

- nos animais, o óvulo é o gameta feminino, célula haploide que, ao ser fecundada pelo espermatozoide, origina o zigoto e o embrião;
- nas plantas, o óvulo é uma estrutura multicelular diploide, formada por esporângio e tegumento. É no óvulo que os esporos do estróbilo feminino são produzidos por meiose.

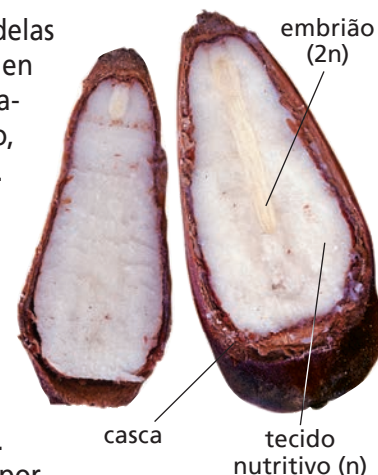
É comum acontecer de mais de uma oosfera ser fecundada, cada uma delas por uma célula espermática de tubo polínico proveniente de grãos de pólen distintos, uma vez que vários deles iniciam a germinação logo após a polinização. No entanto, apenas um embrião se desenvolve no gametófito feminino, envolto pelas demais células do gametófito ricas em reserva de nutrientes.

Após a fecundação, o óvulo dá origem à **semente**, formada pelo embrião (2n), pelo tecido nutritivo (n) e pela casca.

A semente se desprende do estróbilo feminino e, encontrando condições adequadas, germina. O embrião se desenvolve em uma nova planta (esporófito), reiniciando o ciclo.

Nas araucárias, o ciclo reprodutivo é longo. Depois de germinada a semente, a nova planta só produzirá sementes a partir dos 15 anos de idade. Iniciada a produção de sementes, a árvore fabrica em média 40 estróbilos por ano ao longo de toda sua vida, que é de cerca de 200 anos.

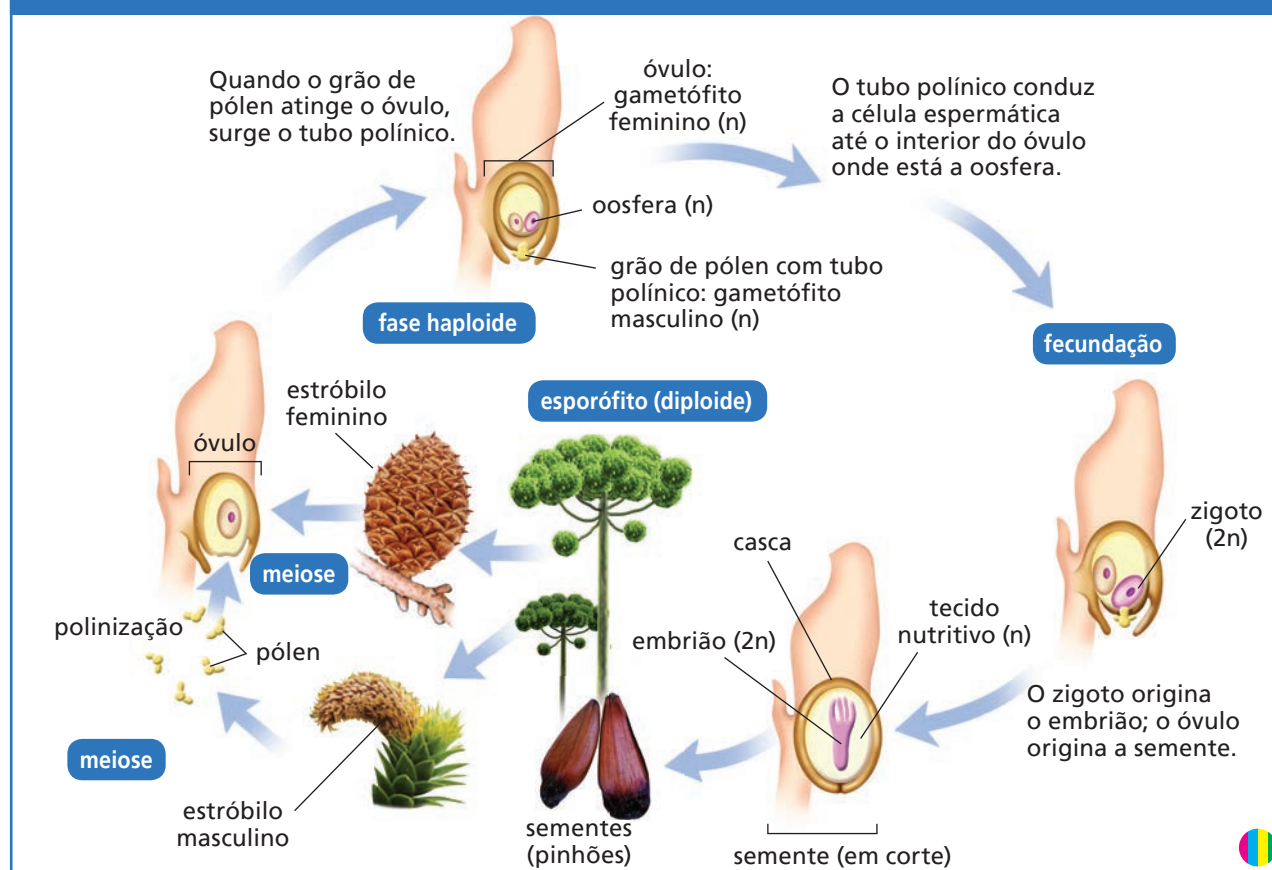
Você deve ter reparado que, no ciclo reprodutivo das gimnospermas, o encontro dos gametas não depende da água para a fecundação. O vento transporta o grão de pólen e o tubo polínico leva o gameta masculino (célula espermática) até a oosfera. O surgimento do grão de pólen e do tubo polínico foi condição importante para a conquista definitiva do ambiente terrestre pelas plantas. Tal condição também ocorre nas angiospermas, o que propiciou a expansão dessas fanerógamas em diversos ambientes, não ficando restritas a ambientes úmidos, como acontece com as criptógamas (briófitas e pteridófitas).



Fabio Colombini/Arquivo do fotógrafo

^ **Pinhão**, a semente da araucária. Observe, no pinhão em corte longitudinal, o embrião e o tecido nutritivo. Cada pinhão mede cerca de 6 cm de comprimento.

### Ciclo de vida de uma gimnosperma

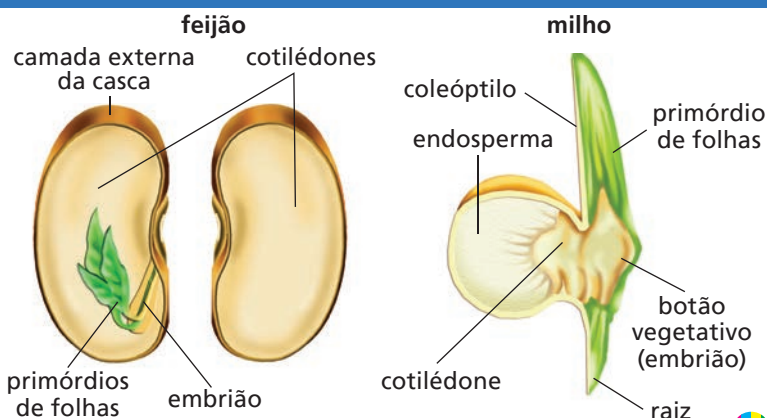


Luís Moura/Arquivo da editora

As figuras estão representadas em diferentes escalas.

^ Esquema ilustrando o **ciclo de vida da araucária**, uma gimnosperma.

## Sementes de angiospermas (representadas em corte)

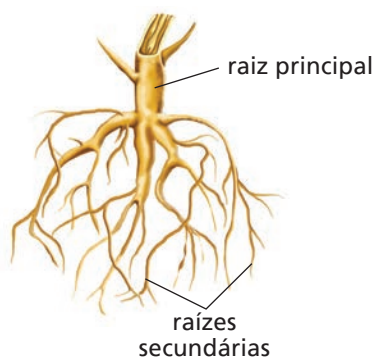


As figuras estão representadas em diferentes escalas.

- Esquema comparando a **estrutura de duas sementes**: feijão e milho. O feijoeiro é uma dicotiledônea e sua semente possui dois cotilédones. O milho é uma monocotiledônea e sua semente apresenta um cotilédone.

## Raízes de angiospermas

### Sistema radicular ramificado

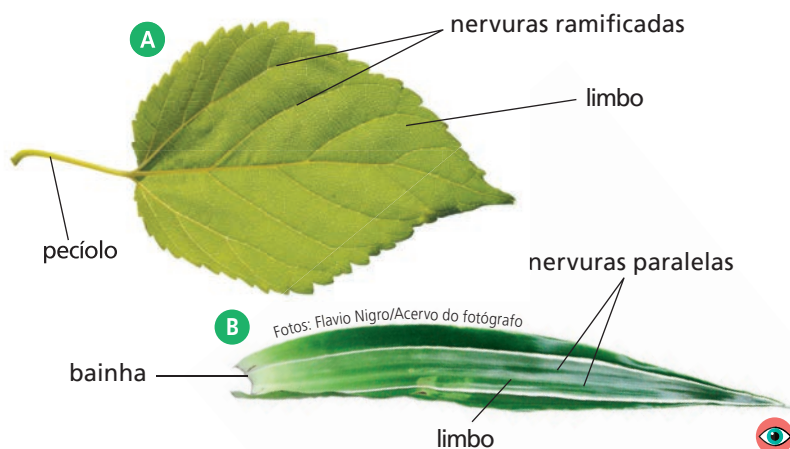


### Sistema radicular fasciculado



As figuras estão representadas em diferentes escalas.

- Esquema comparando **dois tipos de raiz**: o sistema radicular ramificado é típico das dicotiledôneas e o fasciculado é encontrado nas monocotiledôneas.



- A foto **A** mostra a **folha** de uma planta dicotiledônea; a foto **B** mostra uma folha típica de planta monocotiledônea.

## 5 Angiospermas

As **angiospermas** são as plantas com maior número de espécies e de indivíduos e as que ocupam o maior número de *habitats*. Existem angiospermas no solo, no mar e em água doce.

Os dois grandes grupos de angiospermas podem ser reconhecidos por uma série de características, das quais vamos analisar: estrutura da semente, raiz, folha, flor e fruto.

As sementes das angiospermas têm uma estrutura chamada **cotilédone**. Na semente de feijão há dois cotilédones, ao passo que na de milho há apenas um. Cada cotilédone corresponde a uma folha embrionária modificada.

Plantas como o feijão, cujas sementes desenvolvem dois cotilédones, pertencem ao grupo das **dicotiledôneas**, e plantas com um só cotilédone pertencem ao grupo das **monocotiledôneas**. No milho e em outras monocotiledôneas, emergem da semente as folhas e o primórdio de caule (caulículo) protegido por uma bainha de células chamada **coleóptilo**.

Em relação às raízes, as dicotiledôneas têm sistema radicular ramificado, com um eixo (raiz) principal de onde partem as ramificações. Por isso, esse tipo de raiz é conhecido como **axial** ou **pivotante**. O sistema radicular das monocotiledôneas é **fasciculado**, no qual não é possível distinguir a raiz principal.

O **limbo** é a parte da folha que quase sempre é bem desenvolvida. Como regra geral, a folha de dicotiledônea possui limbo com nervuras ramificadas e se une ao ramo por um **pecíolo**, sendo, por isso, chamada de folha peciolada.

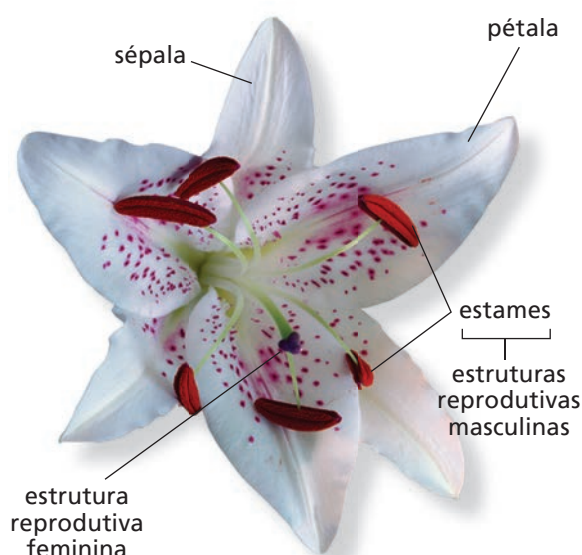
Nas folhas de monocotiledôneas, o limbo possui nervuras paralelas. Cada folha se prende ao ramo por meio de uma estrutura chamada **bainha**, não havendo pecíolo. As folhas com bainha são chamadas **invaginantes**.



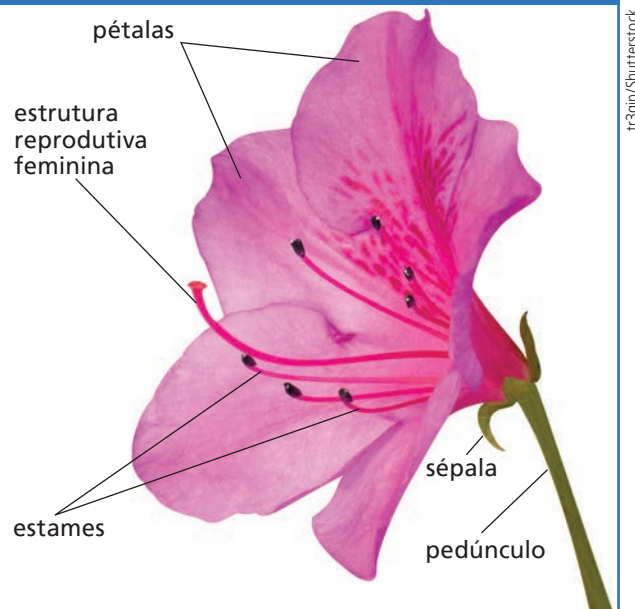
A estrutura relacionada com a reprodução sexuada é a **flor**. Essas plantas formam, além de sementes, os frutos.

Compare agora uma flor de monocotiledônea com uma de dicotiledônea, analisando as imagens abaixo.

### Lírio, exemplo de flor de monocotiledônea



### Azaleia, exemplo de flor de dicotiledônea

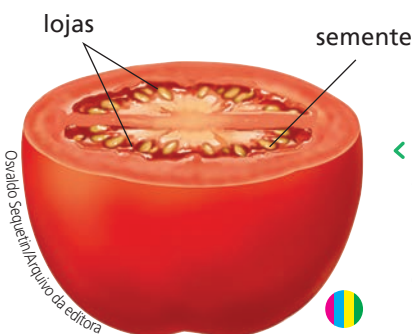


As flores são unidas aos ramos por um pedúnculo. As estruturas florais ligadas diretamente ao pedúnculo são as **sépalas**, seguidas das **pétalas** – ambas protegem as estruturas reprodutivas, localizadas no centro da flor.

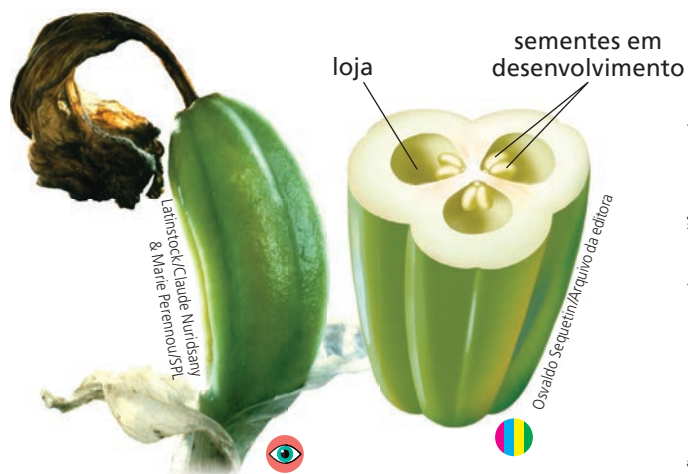
Nas monocotiledôneas o número de sépalas e de pétalas é 3 ou um de seus múltiplos, como 6 ou 9. Por essa razão, dizemos que as flores de monocotiledôneas são **trímeras**. O lírio possui 3 pétalas e 3 sépalas, visualmente parecidas entre si.

Na azaleia, uma dicotiledônea, a flor possui 5 pétalas e 5 sépalas. As dicotiledôneas produzem flores com organização na base do número 5 ou seus múltiplos, sendo possível também encontrar espécies cujas flores são organizadas na base do número 2, ou seja, podem ter sépalas e pétalas em número de 2 ou seus múltiplos.

Se examinarmos frutos de dicotiledôneas e de monocotiledôneas, vamos verificar que eles também se organizam na base desses mesmos números. Assim, se contarmos o número de **lojas** do fruto de uma monocotiledônea, encontraremos provavelmente três lojas e, se contarmos em um fruto de dicotiledônea, descobriremos duas, cinco, ou seus múltiplos.



< O tomate é fruto de planta dicotiledônea. Observe na ilustração o número de **lojas**: duas. Em tomates cultivados, o número de lojas pode variar.

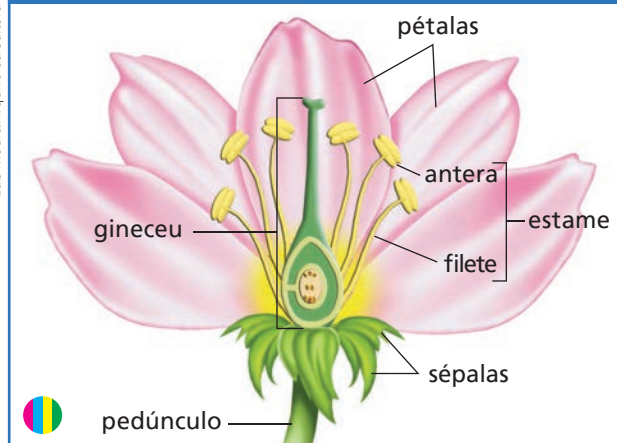


> Fruto de uma planta monocotiledônea, o lírio, que à direita está ilustrado em corte. Observe o número de **lojas**: três.

As figuras estão representadas em diferentes escalas.

## Flor hermafrodita

Luís Moura/Arquivo da editora



Esquema de **flor hermafrodita**. Parte do gineceu está representada em corte. O receptáculo não está visível neste esquema.

## 5.1 Ciclo reprodutivo das angiospermas

O ciclo reprodutivo das angiospermas guarda muitas semelhanças com o que vimos para as gimnospermas: o gametófito é fase temporária e reduzida, o esporófito é evidente e duradouro e há formação de sementes.

Nas angiospermas, no entanto, o gametófito é ainda mais reduzido e as estruturas relacionadas com a reprodução sexuada são as flores. Após a fecundação, as sementes ficam protegidas no interior de frutos.

As flores variam muito em características, mas para analisá-las vamos considerar a estrutura geral de uma flor que apresente todos os componentes básicos – veja a figura ao lado.

A flor prende-se ao caule por meio de um **pedúnculo**, que tem uma dilatação superior chamada **receptáculo** onde geralmente se inserem os demais elementos florais. Esses outros elementos constituem os chamados **verticilos florais**:

- › **cálice** – formado por sépalos;
- › **corola** – formada por pétalas;
- › **androceu** – formado por estames;
- › **gineceu** – formado pela fusão de folhas carpelares ou carpelos.

O cálice e a corola são verticilos de proteção, pois envolvem e protegem o androceu e o gineceu. Na maioria das espécies, as sépalos são verdes e pouco vistosas, mas há exceções como o lírio, que vimos anteriormente.

O androceu é o sistema masculino e o gineceu é o feminino. Existem flores bissexuadas ou hermafroditas, pois possuem tanto o androceu quanto o gineceu.

As flores podem também ser unissexuadas, masculinas ou femininas. Nesses casos, as angiospermas podem ser monoicas quando, em um mesmo indivíduo, há flores masculinas e femininas, ou dioicas, quando na espécie há plantas que formam apenas flores masculinas e outras apenas flores femininas.

O **androceu** é formado por unidades chamadas **estames**. Cada estame consta de duas partes:

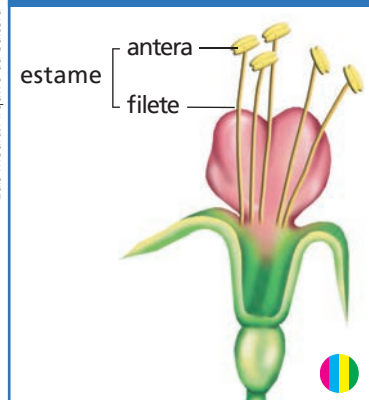
- › **filete** – um filamento longo que se fixa na base da flor;
- › **antera** – uma dilatação na extremidade do filete, em que são produzidos os grãos de pólen.

O **gineceu** é formado pela fusão de folhas modificadas chamadas **carpelos** ou folhas carpelares. Ele apresenta uma porção basal dilatada, que corresponde ao **ovário** (no interior do qual está o óvulo), e uma porção alongada chamada **estilete** que une o ovário ao **estigma**, região apical do gineceu.

Vamos ver a seguir como ocorre a reprodução.

## Androceu

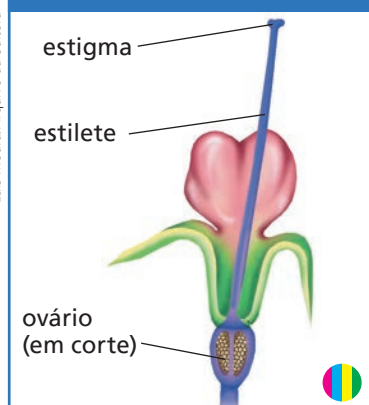
Luís Moura/Arquivo da editora



Esquema simplificado mostrando o **androceu** de uma flor.

## Gineceu

Luís Moura/Arquivo da editora



Esquema simplificado ilustrando o **gineceu** de uma flor.

Nas anteras estão os esporângios, nos quais há formação de esporos por meiose. Estes não são liberados da planta, do mesmo modo como ocorre nas gimnospermas. Cada esporo, composto por célula haploide e envolto por revestimento rígido, inicia a formação do gametófito. Formam-se duas células: a **vegetativa** e a **geradora**. O conjunto formado por essas células protegidas pelo revestimento externo rígido é o **grão de pólen**. Este abriga, portanto, o gametófito masculino imaturo, do mesmo modo como acontece nas gimnospermas.

Nos carpelos, cada esporângio é protegido por um tecido de revestimento chamado **tegumento**, e o conjunto esporângio mais tegumento é chamado **óvulo**, de forma semelhante ao comentado para as gimnospermas.

No esporângio das angiospermas, há formação por meiose de apenas um esporo haploide funcional, que se divide, originando o **gametófito feminino**, o qual é ainda mais simples que o das gimnospermas. Ele é formado por apenas oito células, sendo uma delas a **oosfera** e outras duas chamadas **núcleos polares**.

Realizada a polinização, o grão de pólen fixa-se ao estigma da flor. O estigma tem papilas e secreta uma substância de certa viscosidade, o que facilita a fixação do pólen. Quando o grão de pólen é umedecido pelo estigma, forma-se o tubo polínico, que penetra o estilete, descendo em direção ao ovário, onde está o óvulo. O núcleo da célula vegetativa degenera e o da célula geradora sofre divisão mitótica, originando dois **núcleos espermáticos**. Eles são os gametas masculinos. O tubo polínico corresponde, então, ao gametófito masculino maduro.

Quando o tubo polínico atinge o óvulo, um dos núcleos espermáticos une-se à oosfera, originando o zigoto diploide, e o outro funde-se com os dois núcleos polares, originando um núcleo triploide ( $3n$ ). Ocorre dessa forma uma **dupla fecundação**, característica exclusiva das angiospermas.

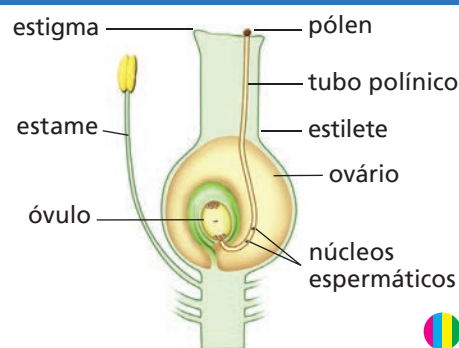
O zigoto ( $2n$ ) dá origem ao **embrião**, que dará origem a um organismo diploide (esporófito).

O núcleo triploide dá origem ao **endosperma** ou **albúmen**, que é o material nutritivo a ser utilizado pelo embrião. O desenvolvimento do embrião, do endosperma e demais partes do óvulo forma a **semente**.

Ocorrendo a fecundação, as paredes do ovário desenvolvem-se e formam o **pericarpo**.

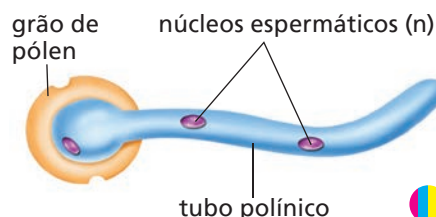
Assim, o **fruto** consta de duas partes: a semente e o pericarpo. Nas angiospermas, as sementes encontram-se dentro dos frutos porque se originam de óvulos, que ficam dentro dos ovários. As gimnospermas não têm ovário em sua estrutura reprodutiva e, portanto, não desenvolvem frutos.

## Fecundação em flor hermafrodita



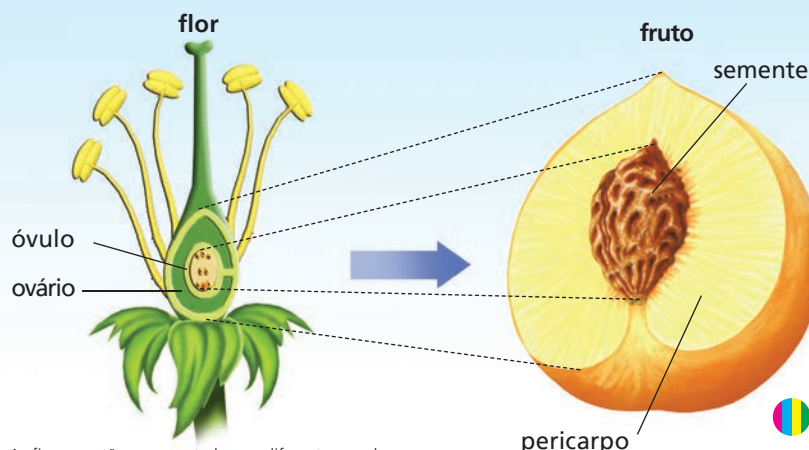
Esquema ilustrando a **fecundação em flor hermafrodita**. O tubo polínico conduz os núcleos espermáticos até o óvulo.

## Gametófito masculino maduro



Do grão de pólen desenvolve-se o **tubo polínico**, aqui representado esquematicamente.

## Da flor ao fruto



As figuras estão representadas em diferentes escalas.

Esquema mostrando a **correspondência entre as partes da flor e do fruto**.

No capítulo 8, há um texto na seção *Leitura* comentando a respeito de frutos partenocárpicos. Sobre o tema, há também a atividade 13, no final do capítulo, que os alunos poderão responder com base nos dados do enunciado.



**ALERTA**  
A atividade deve ser feita apenas sob a supervisão do professor.



## ATIVIDADE PRÁTICA

### Análise das partes de uma flor

Nesta atividade, você e seus colegas devem analisar flores de angiospermas, identificando as estruturas reprodutivas que estudamos anteriormente. Siga atentamente as orientações do professor.

#### Material necessário

- Flores para análise, selecionadas pelo professor (exemplo: lírio);
- lupa de mão (lente de aumento);
- equipamento de proteção pessoal, como avental e luvas descartáveis;
- lâmina e lamínula;
- microscópio de luz;
- água;
- conta-gotas;
- pinça, estilete de metal ou palito de madeira;
- material para anotação;
- papel-toalha para limpeza da mesa de trabalho.

É muito importante, antes da atividade prática, certificar-se de que entre os alunos não existam casos de alergia ao pólen ou a certas flores, para garantir o bem-estar de todos durante a aula.

#### Procedimentos

1. Examine cuidadosamente as flores selecionadas para observação, com auxílio da lupa. Faça um desenho registrando o aspecto de cada flor. Classifique-as como dicotiledôneas e monocotiledôneas.
2. Localize em cada flor o pedúnculo, o receptáculo e os verticilos florais. Identifique as estruturas, registrando os nomes em seu desenho.
3. Delicadamente, destaque as sépalas e as pétalas. Identifique os diferentes verticilos florais.
4. Identifique as partes que formam os estames e as partes que formam o gineceu, observando com a lupa. O professor pode fazer um corte longitudinal no ovário da flor: observe seu interior com a lupa.
5. Com auxílio do professor, podem ser preparadas lâminas para observação ao microscópio. Sugerimos uma lâmina com material retirado delicadamente da superfície das anteras e um fino corte longitudinal da região do ovário – não manipule objetos cortantes, peça ao professor que faça o corte histológico. Pingue uma gota de água sobre os materiais a serem observados e cubra cada lâmina com uma lamínula. Siga as instruções do professor para utilização do microscópio. Identifique as estruturas observadas.

Veja, no Manual, comentários sobre a atividade e o detalhamento dos procedimentos.

#### Interpretando os resultados

Em seu caderno, represente com um desenho as partes de cada flor e identifique as estruturas observadas. Cite as funções principais de cada estrutura floral.

A resposta dependerá das flores analisadas.

#### Indo além

As plantas, principalmente as angiospermas, despertam a atenção de ilustradores, fotógrafos, escultores e outros artistas. Existe até mesmo a área de ilustração científica, com grande importância nas pesquisas em Botânica – um exemplo é o trabalho da inglesa Margaret Mee (1909-1988). Converse com seu professor de Arte e, com base nas flores observadas e na pesquisa, faça a sua releitura artística de uma angiosperma.

Resposta pessoal.



Thiago Oliver/Acervo do fotógrafo



South American Pictures

Obra de Margaret Mee (1988).

## Diversidade de flores e polinização nas angiospermas

Vimos que nas gimnospermas a polinização ocorre apenas pelo vento. Já nas angiospermas a polinização envolve maior número de agentes, o que aumenta o sucesso reprodutivo desses organismos, sendo este um dos fatores que explicam a maior abundância das angiospermas em relação às demais plantas. Além da polinização pelo vento (**anemofilia**), as angiospermas podem ser polinizadas por animais, como insetos (**entomofilia**), pássaros (**ornitofilia**) e morcegos (**quiropterofilia**).

Geralmente, as flores de plantas visitadas por animais têm características que os atraem, como cores vistosas e pétalas grandes. Essas particularidades não são frequentes em flores polinizadas pelo vento. Na polinização, os grãos de pólen chegam até o estigma da flor, podendo então formar-se o tubo polínico.

Além de corolas vistosas, as flores polinizadas por animais costumam apresentar também:

- ▶ **glândulas odoríferas**, que emitem cheiros que podem ser percebidos a alguma distância;
- ▶ **nectários**, que produzem o néctar, uma mistura nutritiva de diversas substâncias, muito apreciada por insetos e aves. O néctar serve como fonte de energia para os visitantes florais.

Quando as flores são hermafroditas, há possibilidade de ocorrer **autofecundação**, pois o grão de pólen, ao cair sobre o estigma da mesma flor, germina, e seu núcleo espermático fecunda a oosfera.

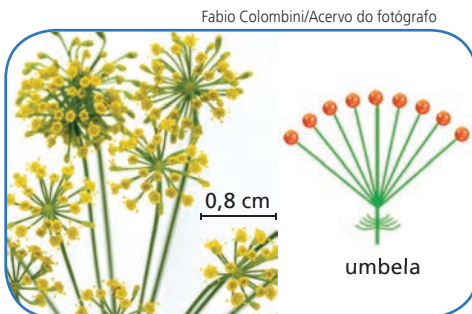
Em muitas espécies, existem mecanismos que dificultam a autofecundação. Um deles é a formação de grãos de pólen e oosferas em épocas distintas pela mesma flor. Com isso, a oosfera de uma flor é fecundada por núcleos espermáticos de outra flor, proveniente de indivíduo da mesma espécie. Essa fecundação, ocorrida entre flores diferentes, é chamada **fecundação cruzada**.

Existem diversas angiospermas cujas flores estão reunidas em inflorescências, como as representadas a seguir.



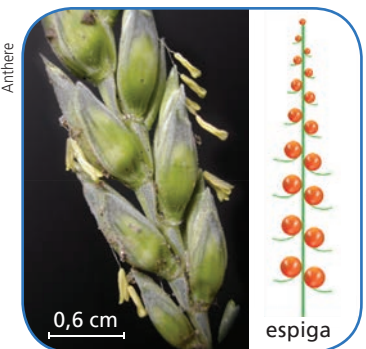
cacho

Ilustrações: Luis Moura/Arquivo da editora



umbela

- ▶ Erva-doce: pequenas flores amarelas reunidas formando **umbelas**.



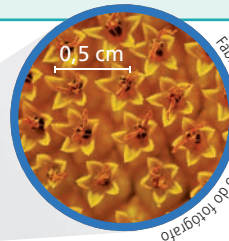
- ▶ Flores de trigo reunidas em **espiga**.

Ilustrações: Luis Moura/Arquivo da editora

Photodisc/Arquivo da editora



- ▶ Girassol: observe o aspecto geral e, no detalhe, as pequenas flores que formam o **capítulo**.



Fabio Colombini/Arquivo do fotógrafo



### CURIOSIDADE

Algumas flores apresentam pétalas unidas umas às outras, caso da flor mostrada na foto. Não somente as sépalas e as pétalas, mas também os estames podem estar unidos ou separados.



Carlos Jared/Arquivo do fotógrafo

- ▶ Flor de *Ipomoea*. Observe a **fusão de pétalas**. Os estames também são fundidos.



- ▶ Ao coletar o néctar, geralmente depositado na base da flor, o beija-flor entra em contato com as anteras cheias de pólen. Esses grãos de pólen podem ser transportados pela ave até outra flor da mesma espécie, ocorrendo assim a **polinização**. O beija-flor da foto mede cerca de 5 cm de comprimento.





## Estróbilos

Nas pteridófitas mais conhecidas – samambaias e avencas – a produção de esporos ocorre nos soros, localizados na superfície das folhas. No entanto, algumas pteridófitas possuem esporângios localizados em estróbilos, como é o caso das equisetíneas (cavalinha) e de algumas espécies de *Lycopodium*. Nessas pteridófitas, os estróbilos são conjuntos de folhas modificadas que abrigam esporângios, localizados no ápice de um ramo caular.

A palavra estróbilo tem origem no termo grego *strobilos*, que significa cone.

Apesar do formato cônico e do nome, os estróbilos presentes em



Gabor Nemes/Kino

^ Estróbilo de cavalinha.

algumas pteridófitas não podem ser confundidos com os estróbilos das gimnospermas, pois são estruturas diferentes. Nos cones de gimnospermas desenvolvem-se as sementes, após a fecundação.

Não há muito tempo, os estróbilos das gimnospermas eram considerados inflorescências, ou seja, conjuntos de flores. As gimnospermas eram, então, consideradas “plantas com flores”, como são as angiospermas. Atualmente, no entanto, os estróbilos não são mais definidos como flores, embora exerçam função semelhante à das flores, que é a reprodução.

## Flores

Em nosso dia a dia, é comum utilizarmos o nome flor mesmo quando estamos diante de inflorescências.

A margarida e o girassol são capítulos florais, que, na linguagem popular, são chamadas simplesmente de flores. É comum, também, chamar a parte central do capítulo de “miolo da flor”. Uma análise mais cuidadosa revela que o “miolo” corresponde a pequenas flores tubulares, com pétalas parcialmente fundidas. As flores mais externas dos capítulos são diferentes, apresentando uma grande pétala modificada chamada lígula.

A inflorescência pode atrair mais visitantes, que são potenciais polinizadores, do que uma única flor pequena isolada.

Em algumas espécies, o que consideramos popularmente como flores ornamentais são folhas modificadas.

Na base de toda flor normalmente existem folhas modificadas, geralmente verdes, chamadas **brácteas**. Em algumas espécies, elas são grandes e coloridas, servindo como elementos de atração de animais polinizadores e, nesses casos, as corolas podem ser pouco desenvolvidas. É o que acontece, por exemplo, com o bico-de-papagaio.

Em algumas plantas, a bráctea pode ser muito desenvolvida e única, como ocorre com o antúrio. Nesse caso, ela recebe o nome especial de **espata**.

Você deve ter percebido que, no estudo das plantas, é importante nomear corretamente as estruturas para compreender suas características e evolução.



Fabio Colombini/Acervo do fotógrafo

< Em 1, bico-de-papagaio ou poinsettia (*Euphorbia pulcherrima*): as vistosas **brácteas** vermelhas circundam as flores, que são pequenas e envoltas por uma cápsula verde. Em 2, um antúrio (*Anthurium*): a estrutura vermelha corresponde à **espata**. As diminutas flores localizam-se em uma inflorescência (haste amarela).



Photodisc/Arquivo da editora





## Origem das angiospermas

Se toda a história da Terra fosse comprimida em uma hora, as plantas floríferas existiriam apenas nos últimos 90 segundos. Mas, assim que firmaram raízes, elas se diversificaram rapidamente em uma explosão de variedades que originaram a maioria das famílias das angiospermas do mundo moderno. Hoje, são 20 vezes mais numerosas do que as de samambaias e as de gimnospermas, já estabelecidas por 200 milhões de anos quando a primeira angiosperma apareceu.

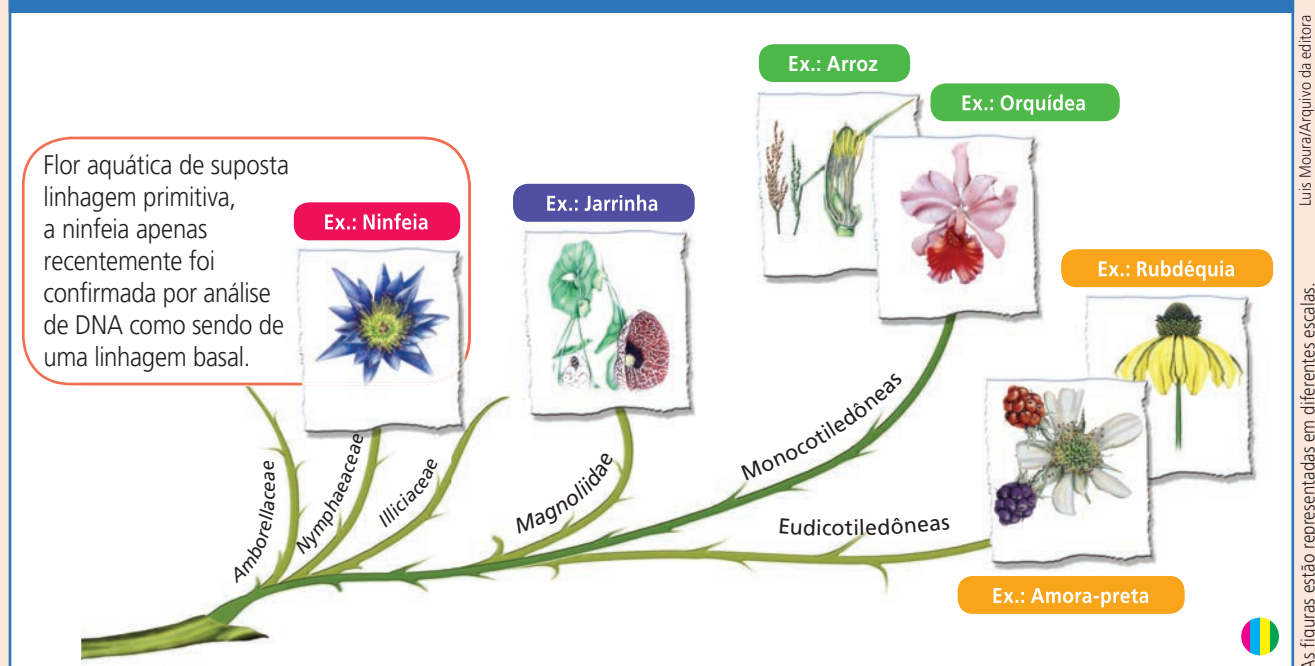
Exatamente quando e como emergiram as primeiras plantas com flores? Os paleobotânicos ainda hoje procuram a resposta. Flores fossilizadas encontradas na Ásia, Austrália, Europa e América forneceram pistas importantes, e o campo da genética proporcionou todo um novo conjunto de ferramentas para essa busca.

Estudos indicam que as primeiras flores eram pequeninas e modestas, sem pétalas vistosas. Em algum momento entre 70 e 100 milhões de anos atrás, o número de espécies de angiospermas aumentou explosivamente. A “fagulha” que provocou tal explosão, acreditam os pesquisadores, foi a pétala, que passou a proteger as estruturas reprodutivas e a atrair animais polinizadores. Isso pode explicar o grande sucesso evolutivo das angiospermas. Atualmente, os botânicos tendem a considerar que as dicotiledôneas não formam um grupo natural, mas as monocotiledôneas formam. Segundo esses novos estudos, as angiospermas seriam classificadas em grupos basais, monocotiledôneas e eudicotiledôneas (*eu* = verdadeiro).

Fonte:

KLESZIUS, M. A idade da flor – as belas plantas que mudaram o mundo. *National Geographic Brasil*, n. 27, jul. 2002, p. 108-127.

### Hipótese de parentesco evolutivo entre os grupos de angiospermas



### DEPOIS DA LEITURA...

Com base na presente leitura e no que foi abordado no capítulo, escreva um texto sobre a vantagem evolutiva do surgimento de estruturas reprodutivas típicas das angiospermas.

Atração de polinizadores, maiores chances de fecundação cruzada. Veja comentários no Manual.

4. As partes geralmente consumidas do tomate e do pepino correspondem aos frutos; a parte consumida da alface é a folha. Os pinhões são sementes de araucária.

## Revedo e aplicando conceitos

1. Veja a seguir um esquema geral do ciclo de vida de uma planta, caracterizado pela alternância de gerações.



- a. Se essa planta fosse uma briófitas, em que estrutura ocorreria a produção dos esporos?

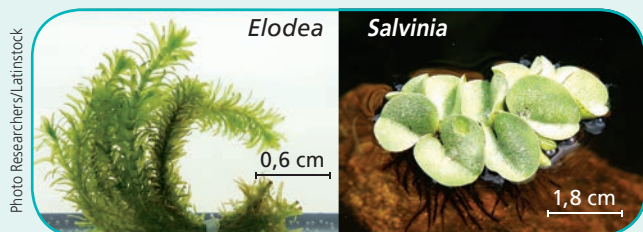
1. a) Na cápsula do esporófito.

- b. Se essa planta fosse uma pteridófitas, qual seria a geração duradoura? 1. b) Esporófito.

- c. Quais dessas estruturas são haploides?

1. c) Esporos, gametófito, gametas.

2. As imagens a seguir mostram duas plantas de água doce: a elódea (gênero *Elodea*), uma angiosperma comumente utilizada em aquários, e a salvinia (gênero *Salvinia*), uma pteridófitas.



- a. O que diferencia essas plantas das algas macroscópicas? 2. a) As plantas possuem tecidos verdadeiros.

- b. Liste três diferenças entre essas duas plantas, considerando sua estrutura e reprodução.

- c. No caso da elódea, como você faria para identificar se é uma monocotiledônea ou uma dicotiledônea? 2. c) Consulte o Manual.

3. Sobre as plantas espermatófitas, responda:

- a. Todas elas produzem fruto?

3. a) Não. As gimnospermas são espermatófitas, mas não produzem fruto.

- b. Os termos "fanerógama" e "espermatófitas" designam o mesmo grupo de plantas? Justifique.

3. b) Sim. Correspondem às angiospermas e gimnospermas.

4. Quais partes da planta você está consumindo quando se alimenta de uma salada de tomate, pepino e alface? E de uma porção de pinhões cozidos? Justifique a resposta.

2. b) A elódea é vascular, produz flores, sementes e frutos. A salvinia é avascular, libera esporos e não produz sementes ou frutos.

6. Dispersão das sementes, reduzindo a competição intraespecífica e aumentando a área colonizada pela planta.

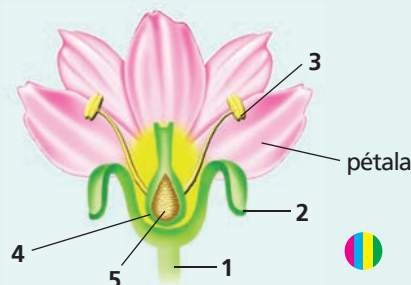
5. A fecundação entre flores diferentes, da mesma espécie, é cruzada, e entre elementos de uma mesma flor é direta. Sabendo disso, responda:

- a. Para a ocorrência de fecundação direta, é possível definir se a planta é monoica ou dioica? E quanto à flor: hermafrodita ou unissexuada? Justifique suas respostas. 5. a) Neste caso, a planta deve possuir flores bissexuadas e, portanto, deve ser monoica.

- b. Qual dos dois tipos de fecundação resulta na produção de indivíduos com variabilidade genética? Justifique sua resposta. 5. b) Fecundação cruzada. Consulte o Manual.

6. Frutos carnosos selvagens atraem animais que, ao comer, ingerem as sementes e depois as eliminam em outro local. Qual seria a vantagem, para a espécie que produz frutos carnosos, do consumo de seus frutos por animais?

7. Observe o esquema a seguir, representando uma flor hermafrodita.

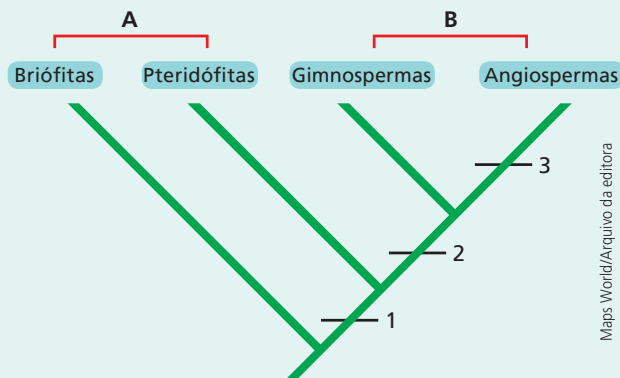


- a. Considerando o desenvolvimento da flor após a fecundação, a que estrutura do fruto o número 5 corresponderá? 7. a) Semente (que se origina do óvulo).

- b. A que estrutura do fruto o número 4 corresponderá? 7. b) Pericarpo (que se origina do ovário).

## Trabalhando com gráficos

8. O cladograma abaixo representa de forma simplificada uma hipótese de parentesco evolutivo entre as plantas. Os números 1, 2 e 3 indicam o surgimento de uma característica derivada.



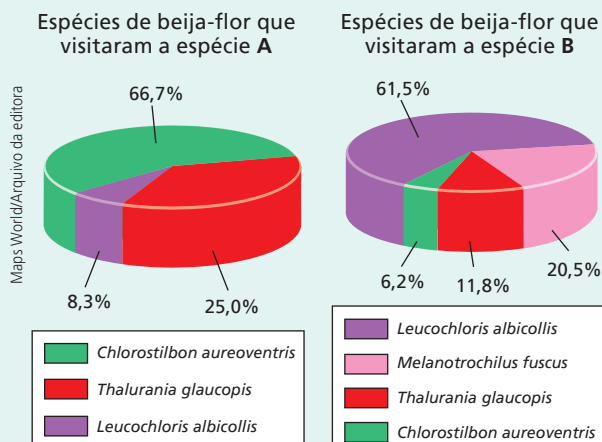
8. b) **A** = Criptógamas (briófitas e pteridófitas, que não possuem estruturas reprodutivas evidentes). **B** = Fanerógamas (gimnospermas e angiospermas, que possuem estruturas reprodutivas evidentes).

Analise o cladograma e responda:

- a. Identifique as características a seguir como 1, 2 ou 3:  
8. a) 1 = vasos condutores de seiva; 2 = formação de sementes; 3 = frutos.
- produção de frutos;
  - presença de vasos condutores de seiva;
  - formação de sementes.
- b. Como é chamado o grupo **A**? E o grupo **B**? Caracterize esses dois conjuntos – **A** e **B** – lembrando-se de que não correspondem a categorias taxonômicas.
9. Em um estudo, verificou-se quais espécies de beija-flores visitavam determinadas flores em uma área de mata. Foram observadas as visitas feitas a duas espécies de plantas, que chamaremos **A** e **B**. As duas espécies possuem flores com características que atraem essas aves: produção de néctar, cor avermelhada (que se destaca na vegetação e é percebida pela visão deles), pétalas unidas em formato de “sino”, entre outras.



Observe os gráficos com os resultados e depois responda às questões.



- a. Qual é a importância das visitas dos beija-flores para as plantas? Explique. 9. a) Os beija-flores atuam como polinizadores e favorecem a fecundação cruzada.
- b. Considerando que as espécies **A** e **B** ocorrem na mesma área, você acha que o pólen da espécie **A** pode ser levado ao estigma das flores de **B**? Justifique a resposta.

9. b) As espécies de beija-flor que visitam as flores de **A** também visitam as flores de **B** e, portanto, existe essa possibilidade.

9. c) **A** = *Chlorostilbon aureoventris*. **B** = *Leucochloris albicollis*. Os beija-flores de cada espécie são, provavelmente, os principais polinizadores de cada planta.

c. O que é possível concluir a respeito dos principais polinizadores de **A** e **B**, com base nos gráficos?

d. As espécies **A** e **B** pertencem a qual grupo de plantas: briófitas, pteridófitas, gimnospermas ou angiospermas? Justifique a resposta.

9. d) **A** e **B** são angiospermas, pois apresentam flores.

e. Descreva o que acontece quando o pólen chega ao estigma de uma flor da mesma espécie, até a formação do fruto. 9. e) Consulte o Manual.

## Ciência, Tecnologia e Sociedade

10. Resposta pessoal.

10. Wangari Maathai (1940-2011) foi uma bióloga e ativista ambiental do Quênia, na África. Ela criou um movimento chamado Cinturão Verde Pan-africano (*Pan African Green Belt Network*), que recebeu, em 2004, reconhecimento internacional por meio do prêmio Nobel da Paz, concedido à Maathai. Ela foi a primeira mulher africana a receber esse prêmio.



Wangari Maathai (1940-2011).

Micheline Pelletier/Corbis/Latinstock



Formada em Ciências Biológicas, Maathai foi a primeira mulher em seu país a ter título de doutorado e cargo de professora em universidade. Ela sempre atuou em comitês de defesa dos direitos da mulher. Criou então o movimento que uniu ambientalismo com direitos humanos: mulheres pobres do Quênia promoviam o plantio de árvores, reforestando áreas desmatadas e ganhando sustento com o qual podiam prover suas famílias.

Reúna-se com um colega e busquem saber a respeito de projetos socioambientais na região onde moram. Se possível, entrevistem pessoas envolvidas no projeto e divulguem suas ações em uma rádio local.

- 11.** Musgos e outras briófitas têm sido usados como indicadores da qualidade ambiental, em estudos de medição dos níveis de poluição. Detectando o acúmulo de substâncias tóxicas nessas plantas, é possível definir o nível de contaminação ou poluição de uma região. Um exemplo dessa utilização ocorreu em 1986, quando houve a explosão de um reator nuclear em Chernobyl, na antiga União Soviética. No Brasil, musgos também foram utilizados para detectar os níveis de poluição atmosférica em Cubatão, cidade paulista com grande número de indústrias. Na década de 1980, a cidade estava extremamente poluída, causando prejuízos à saúde da população.

**a.** Quais características das briófitas estão relacionadas ao uso delas como indicadores da qualidade ambiental?

11. a) Musgos não possuem raízes ou vasos condutores de seiva. Assim como a água e os gases, poluentes podem ser absorvidos por difusão pelas briófitas.

**b.** Existem outras formas de utilizar plantas no combate à degradação do meio ambiente? Discuta com os colegas e, se necessário, faça uma pesquisa sobre o tema. Depois registre as informações principais no caderno.

11. b) Resposta pessoal. Consulte o Manual.

## Questões do Enem e de vestibulares

- 12.** (Unifesp) Ao comeremos um pinhão e uma castanha-do-pará, ingerimos o tecido de reserva do embrião de uma gimnosperma (araucária) e de uma angiosperma (castanheira), respectivamente. Pinhão e castanha-do-pará são sementes.

**a.** O órgão que deu origem ao pinhão e à castanha-do-pará, na araucária e na castanheira, é o mesmo? Justifique.

12. a) O órgão que dá origem ao pinhão e à castanha-do-pará é o mesmo: o óvulo fecundado e desenvolvido.

**b.** A origem dos tecidos de reserva do embrião do pinhão e da castanha-do-pará é a mesma? Justifique.

12. b) A origem do endosperma não é a mesma. Consulte o Manual.

- 13.** (Unifesp) A banana que utilizamos na alimentação tem origem por partenocarpia, fenômeno em que

13. a) A pessoa perceberia a presença de sementes. Na banana partenocárpica, há óvulos não fecundados.

os frutos são formados sem que tenha ocorrido fecundação. Existem, porém, bananas selvagens que se originam por fecundação cruzada.

**a.** Uma pessoa perceberia alguma diferença ao comer uma banana partenocárpica e uma banana originada por fecundação cruzada? Justifique.

**b.** Qual dos dois tipos de bananeira teria maior sucesso na colonização de um novo ambiente?

13. b) As bananeiras geradas por fecundação cruzada possuem variabilidade genética, com maiores chances de sobrevivência a condições diferentes.

- 14.** (UFF-RJ) A Reserva Biológica do Tinguá resguarda um dos mais significativos remanescentes da Mata Atlântica do Estado do Rio de Janeiro. O maciço é um ecossistema formado por diversos grupos de plantas, que proporciona refúgio a várias espécies animais.

A tabela abaixo contém algumas características de plantas pertencentes às classes *Gymnospermae* e *Angiospermae* e às divisões *Pteridophyta* e *Bryophyta*.

| Planta | Vascularização | Presença de semente | Presença de frutos | Presença de rizoides |
|--------|----------------|---------------------|--------------------|----------------------|
| A      | Não            | Não                 | Não                | Sim                  |
| B      | Sim            | Sim                 | ausente            | Não                  |
| C      | Sim            | Sim                 | Sim                | Não                  |
| D      | Sim            | Não                 | Não                | Não                  |

Adaptado de: <www.semads.rj.gov.br/apas.asp>.

**a.** Identifique a que divisão ou classe pertencem as plantas A, B, C e D.

14. a) A = briófitas; B = gimnospermas; C = angiospermas; D = pteridófitas.

**b.** A partir de uma análise evolutiva, indique a ordem temporal de aparecimento das plantas A, B, C e D, no ambiente terrestre.

14. b) A, D, B e C.

**c.** Informe a principal diferença no grau de umidade no ambiente de reprodução sexuada das plantas A e B. Justifique.

- 15.** (Enem-2005) Caso os cientistas descobrissem alguma substância que impedisse a reprodução de todos os insetos, certamente nos livrariamos de várias doenças em que esses animais são vetores. Em compensação teríamos grandes problemas como a diminuição drástica de plantas que dependem dos insetos para polinização, que é o caso das:

**a.** algas.

**b.** briófitas como os musgos.

**c.** pteridófitas como as samambaias.

**d.** gimnospermas como os pinheiros.

15. e

**e.** angiospermas como as árvores frutíferas.

14. c) As briófitas (A) necessitam de maior umidade no ambiente, pois possuem gametas masculinos flagelados e ausência de vasos condutores de seiva.

# Morfologia e histologia das angiospermas

## 1 Introdução



Podemos considerar como **órgãos** básicos de uma planta vascular a raiz, o caule e as folhas. Em nosso estudo dos órgãos das plantas vamos adotar como modelo as angiospermas, o grupo mais diversificado atualmente. Comentaremos também a respeito dos frutos, uma vez que a estrutura das flores foi estudada no capítulo anterior.

Todos os órgãos de uma planta são formados por tecidos. Você já sabe o que é um tecido: conjunto de células que atuam de forma integrada, de modo a desempenhar determinadas funções.

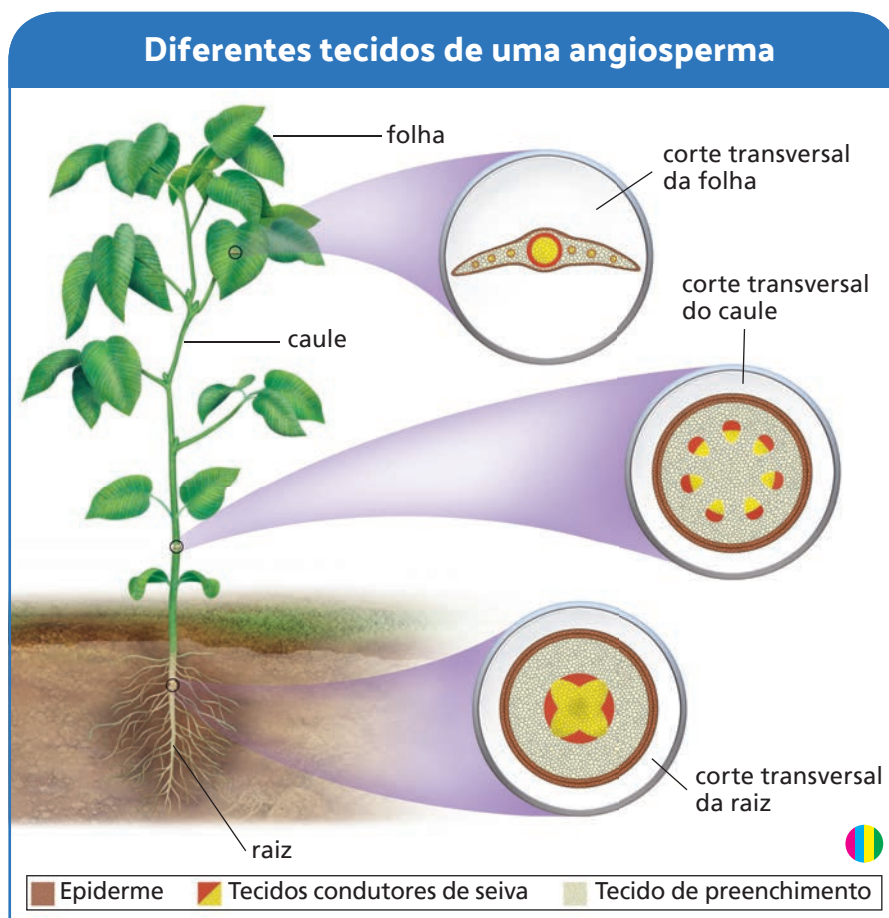
Os tecidos vegetais podem ser divididos em dois grupos: meristemáticos e permanentes.

- **Tecidos meristemáticos (ou meristemas)** – suas células são indiferenciadas e apresentam grande capacidade de divisão celular por mitose. Dos meristemas derivam os demais tecidos do corpo de uma planta.
- **Tecidos permanentes** – suas células são diferenciadas, realizando funções específicas.

Os tecidos permanentes podem ser classificados de acordo com suas funções básicas: revestimento, condução de seiva, sustentação e preenchimento ou reserva. Os tecidos de preenchimento e os de sustentação costumam ser reunidos com o nome de tecidos fundamentais.

Vamos iniciar nosso estudo da estrutura das angiospermas pelos tecidos permanentes.

✓ Esquema ilustrando uma angiosperma, seus **órgãos e os tecidos permanentes** que os compõem. Os desenhos dos cortes histológicos foram feitos com base em imagens de microscopia óptica.

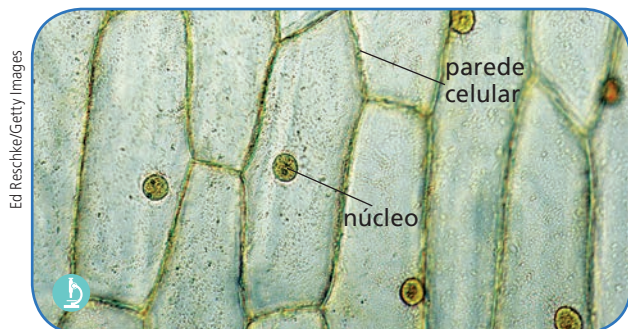


As figuras estão representadas em diferentes escalas.

## RECORDE-SE

## Histologia

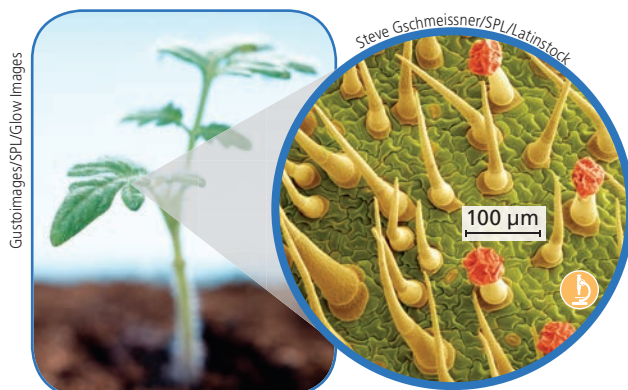
Área da Biologia dedicada ao estudo dos tecidos (*histo* = tecido).



Ed Reschke/Getty Images

^ **Células da epiderme de cebola.** É possível distinguir a parede e o núcleo das células, que medem, cada uma, cerca de 25 µm de comprimento.

DIVULGAÇÃO PNLD



Gustavo Images/SPL/Glow Images

Steve Gschmeissner/SPL/LatinStock

^ A superfície das folhas e do caule do **tomateiro** é aveludada ao toque, devido à presença de tricomas. Veja na imagem à direita os **tricomas** na superfície da epiderme; em vermelho, **tricomas glandulares** que produzem substância oleosa.



Dr. Stanley Flegler/Getty Images

^ **Estômato** na epiderme inferior de uma folha. Através do ostíolo (poro), ocorrem trocas gasosas e perda de água na forma de vapor.

## 2 Tecidos permanentes

SUGESTÃO DE ATIVIDADE

### 2.1 Tecidos de revestimento

Os tecidos de revestimento são representados principalmente pela **epiderme**, que reveste todos os órgãos da planta.

As células da epiderme são geralmente achatadas, justapostas, possuem grandes vacúolos e não possuem cloroplastos.

A parede externa dessas células é revestida por uma película, ou **cutícula**, que dificulta a evaporação. A cutícula é bem desenvolvida em epidermes de partes da planta, expostas à ventilação e à luz intensa.

Na epiderme, podemos encontrar estruturas especializadas, como pelos, tricomas e células (tricomas) glandulares.

Os **pelos absorventes** ocorrem na região pilífera da raiz, cuja função é absorver água e sais minerais.

Os **tricomas**, antigamente também chamados de pelos, podem ter funções e formas distintas. Existem tricomas que são projeções microscópicas das células epidérmicas, atuando como estruturas de proteção contra a perda de água da planta por evaporação. São abundantes na epiderme de plantas de clima quente.

Existem também **células (tricomas) glandulares** que, dependendo do tipo, podem produzir enzimas, como os tricomas das folhas modificadas de plantas carnívoras. Em outras espécies, há tricomas glandulares que secretam óleos, como os que existem na folha do tomateiro, ou substâncias urticantes, caso da epiderme da urtiga.

Outras estruturas muito importantes encontradas na epiderme são os **estômatos**. Formados por conjuntos de células diferenciadas da epiderme, os estômatos têm a função de controlar a entrada e a saída de gases e de vapor de água na planta. As células estomáticas são as únicas da epiderme que possuem cloroplastos e realizam fotossíntese. Os estômatos são formações encontradas principalmente em folhas e, mais comumente, na epiderme inferior dessas folhas.

Vamos estudar o sistema estomático e seu funcionamento mais adiante, no próximo capítulo.

Além da transpiração estomática, que pode ser controlada, a planta também perde água através da cutícula que reveste a epiderme das folhas. Essa transpiração cuticular é, no entanto, muito pequena, embora seja constante.



## 2.2 Tecidos condutores

Os **tecidos condutores** são especializados na condução da seiva na planta. Em conjunto eles formam o **sistema vascular**.

O sistema vascular das plantas é composto por:

- **xilema** – que transporta a seiva bruta;
- **floema** – que transporta a seiva elaborada.

A **seiva bruta** é também chamada de seiva inorgânica, pois contém água e sais minerais dissolvidos. A **seiva elaborada**, ou seiva orgânica, é uma solução aquosa de carboidratos solúveis, produzidos pelos órgãos fotossintetizantes da planta.

O xilema e o floema são sempre associados e constituem o feixe vascular, ou seja, o feixe de vasos condutores.

Observe ao lado, em corte longitudinal, a ilustração dos elementos que constituem o floema. Os elementos pelos quais circula a seiva elaborada são os **vasos liberianos**, existindo vários deles em cada feixe. Você pode notar na ilustração que entre as células que formam cada vaso liberiano existe uma “placa crivada”.

A placa crivada recebeu esse nome pela existência de numerosos crivos (orifícios). Também desse fato decorre o nome “vasos crivados”, como são conhecidos os vasos liberianos.

A placa crivada resulta da não absorção total dos septos das células que originaram os vasos.

Além dos vasos liberianos, é possível notar que o floema possui outros dois tipos de células:

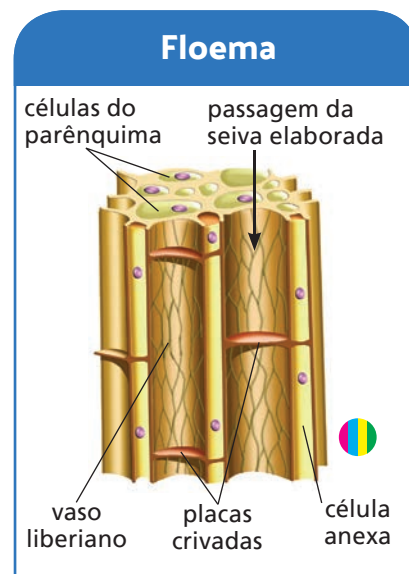
- as **células anexas** – finas e situadas ao lado dos vasos, elas contribuem para o metabolismo das células do vaso liberiano;
- as **células do parênquima** – situadas entre os vasos, como tecido de preenchimento.

Todos esses elementos – vasos liberianos, células anexas e parênquima – são vivos e sustentados por fibras rígidas, que veremos a seguir.

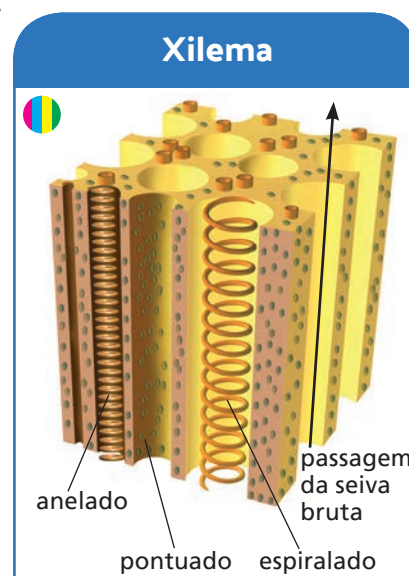
O xilema, que conduz a seiva bruta, pode ser observado esquematicamente na figura ao lado.

Os vasos lenhosos são, ao contrário dos vasos liberianos, células mortas e impregnadas de lignina, que se dispõem de diferentes formas em suas paredes internas, resultando em diversos tipos de vasos: anelados (lignina disposta em anel), pontuados (parede de lignina com perfurações), espiralados (lignina disposta em espiral), entre outros.

Além dos vasos lenhosos, o xilema possui também células do parênquima e tecido de sustentação.



Esquema ilustrando o **floema** em corte longitudinal. Observe os vasos liberianos, que são os elementos transportadores da seiva elaborada.



Esquema ilustrando o **xilema** em corte longitudinal. Observe três tipos de vasos lenhosos: anelado, pontuado e espiralado. Os vasos lenhosos transportam a seiva bruta.



### MULTIMÍDIA

Atlas virtual de anatomia vegetal do Instituto de Biociências da USP

<<http://atlasveg.ib.usp.br/Indice/index.html>>

Veja imagens de cortes histológicos de diversos tecidos e órgãos vegetais.

Acesso em: 20 abr. 2016.




**PENSE E  
RESPONDA**

Um tapete feito de sisal tem sua origem nas folhas de uma planta, do gênero *Agave*. De qual tecido da planta são obtidas as fibras de sisal e quais são as características desse tecido? Responda no caderno.

Esclerênquima, formado por células mortas impregnadas de lignina.

## 2.3 Tecidos de sustentação

Os **tecidos de sustentação** têm por função o suporte mecânico da planta, isto é, são esses tecidos que devem suportar as enormes pressões a que estão sujeitas as células da planta.

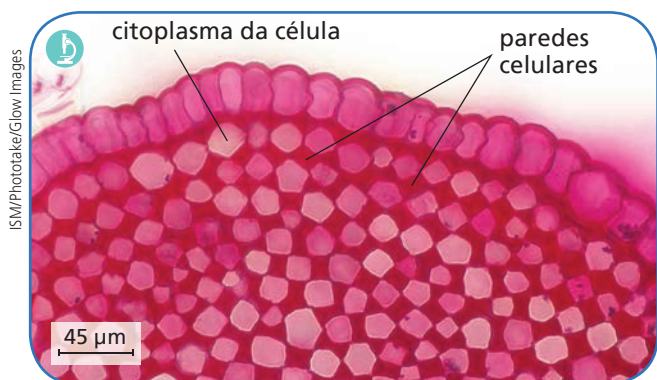
Existem dois tipos de tecidos de sustentação: o colênquima e o esclerênquima.

- **Colênquima** – encarregado da sustentação em folhas e caules em crescimento ou em órgãos adultos de plantas de pequeno porte, geralmente herbáceas.
- **Esclerênquima** – encarregado da sustentação de órgãos já diferenciados. É abundante nas grandes árvores.

As fibras do colênquima são células vivas e alongadas, com parede celular espessa que pode apresentar impregnações de alguns materiais; são resistentes e suportam grandes pressões. Não são observadas, no entanto, impregnações de lignina.

As fibras do esclerênquima são mais resistentes e suportam pressões maiores do que as do colênquima. Elas possuem grande quantidade de lignina e são células mortas.

As imagens a seguir permitem comparar o colênquima com o esclerênquima.



- Corte transversal do caule de uma planta herbácea. Observe a parede celular espessa (em vermelho) das células que constituem o **colênquima**.



- Corte transversal do caule de uma planta lenhosa. As células, como a que está indicada, são fibras do **esclerênquima**. Note as espessas paredes celulares (em cor avermelhada).

## 2.4 Tecidos de preenchimento

Os **tecidos de preenchimento** são representados pelos **parênquimas**.

Os parênquimas são os tecidos mais abundantes de todos os órgãos da planta; são eles que preenchem os espaços existentes entre os outros tecidos, razão pela qual são conhecidos como tecidos de preenchimento.

Suas células são vivas e são as principais responsáveis pelas funções ligadas ao metabolismo da planta.

Você já conheceu o parênquima que existe junto aos feixes vasculares. Vai conhecer agora um outro tipo de parênquima que, além de sua função geral de preenchimento, exerce outra importante função: é o **parênquima assimilador**.

As células do parênquima assimilador são verdes, ricas em cloroplastos e, assim, capazes de realizar fotossíntese. O parênquima assimilador é o responsável pela fotossíntese e, em virtude de ser rico em cloroplastos, também é conhecido como **clorênquima**. Ele existe principalmente nas folhas, mas também é encontrado em caules jovens, ainda verdes.

Veja na imagem ao lado um corte transversal em uma folha de gramínea e note que, além dos feixes de vasos condutores, há células do parênquima.

Os produtos da fotossíntese, como o amido, podem ser armazenados em parênquimas, que são então chamados **parênquimas de reserva**. É o que acontece, por exemplo, com o parênquima dos tubérculos, das folhas suculentas e das sementes.

Além do clorênquima e do parênquima de reserva, convém lembrar ainda dois outros tipos:

- › **parênquima aquífero** – que armazena grande quantidade de água, como em certos cactos;
- › **aerênquima** – parênquima que retém grande quantidade de ar, como acontece com certas plantas aquáticas. Nesse caso, o parênquima facilita a flutuação e a oxigenação da planta.

### 3 Tecidos meristemáticos (meristemas)

Os **meristemas** são formados por células indiferenciadas dotadas da capacidade de divisão constante, pois é assim que conseguem formar novas células, que se diferenciarão em novos tecidos.

Às vezes, células já diferenciadas podem readquirir a capacidade de divisão, constituindo os meristemas secundários.

Existem, portanto, dois tipos de meristemas:

- › **primários** – formados por células originadas do embrião, relacionadas ao crescimento da planta;
- › **secundários** – formados por células adultas, diferenciadas, que readquirem a capacidade de divisão.

Compare agora uma célula de meristema primário com uma célula de tecido adulto, observando os esquemas ao lado.

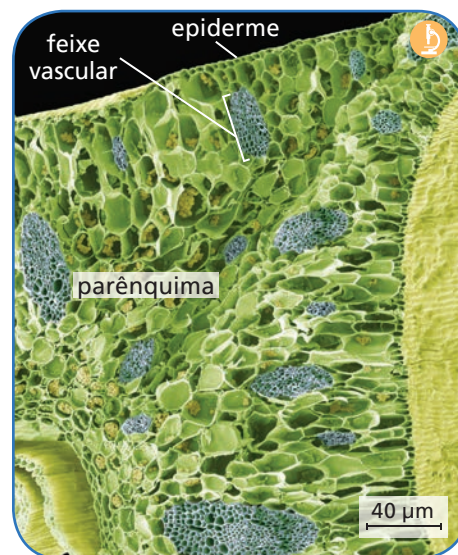
Você pode notar que a célula meristemática apresenta paredes delgadas, citoplasma ocupando todo o lume celular e um núcleo relativamente grande.

As células adultas, ao contrário do que acontece com as meristemáticas, possuem paredes espessas, núcleo proporcionalmente menor e lume celular ocupado pelo citoplasma e por um enorme vacúolo de suco celular.

As células meristemáticas não possuem vacúolos, ou os possuem muito pequenos.

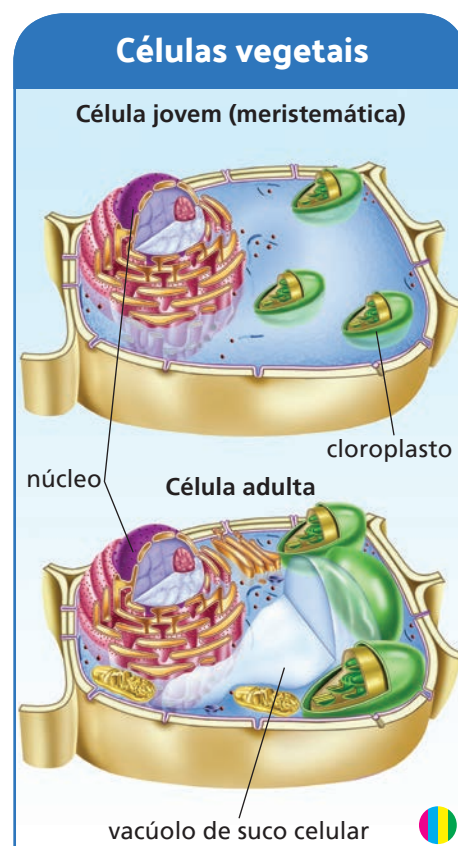
Os meristemas primários são encontrados nas regiões de crescimento da planta, especialmente nas extremidades do caule e das raízes.

Células meristemáticas também estão presentes no embrião, que se encontra protegido dentro da semente. Essas células dão origem a uma nova planta, havendo condições de germinação da semente. É o que veremos a seguir.



Steve Gschmeissner/SP/Latinstock

^ Corte transversal em folha de gramínea. As células do parênquima assimilador (em verde) possuem cloroplastos e realizam fotossíntese. Entre o parênquima estão feixes de vasos condutores (em cinza) e, na superfície da folha, a epiderme.



Luís Moura/Arquivo da editora

^ Esquemas de células vegetais, com base em imagens de microscopia eletrônica. A célula está representada em corte mediano; o núcleo e as organelas estão com parte removida.



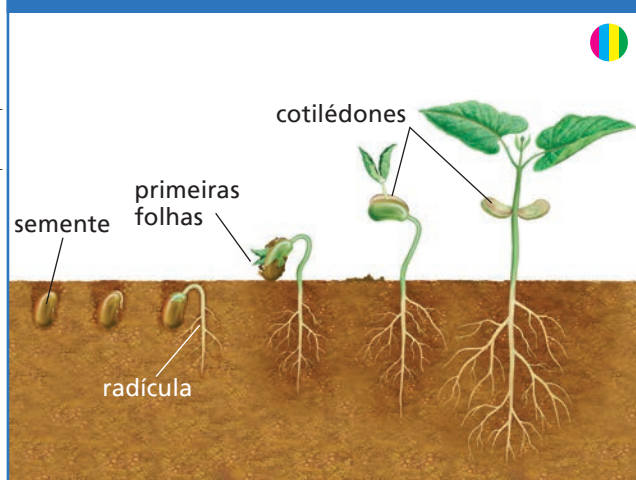
## 4 Germinação da semente

A **germinação** da semente tem início quando certas condições do meio são adequadas às necessidades daquela espécie. Existem sementes, por exemplo, que só germinam na presença de luz, outras somente em ambientes sombreados. Geralmente, a entrada de água na semente é fundamental para que o processo tenha início. Sementes podem permanecer dormentes quando as condições para a germinação não são adequadas.

O embrião começa a utilizar as reservas nutritivas da semente assim que a germinação se inicia.

A ilustração a seguir mostra um grão de milho e um grão de feijão, em fase inicial de germinação.

### Germinação de uma dicotiledônea



Esquema ilustrando as etapas da **germinação da semente de feijão** (*Phaseolus vulgaris*).

### Germinação de uma monocotiledônea



Esquema ilustrando etapas da **germinação da semente de milho** (*Zea mays*).

O grão de feijão é uma semente, mas o grão de milho é um fruto, no qual a semente ocupa a maior parte dessa estrutura. Nos dois casos, a primeira parte da planta a emergir da semente é a radícula, que se desenvolve na raiz.

O **endosperma** é um tecido de reserva abundante na semente de milho, mas no feijão ele é digerido pelo embrião e os nutrientes são transferidos para outra estrutura, os **cotilédones**, que passam a atuar como estruturas de reserva. Isso também ocorre em ervilhas e amendoins, por exemplo.

No milho, como na maioria das monocotiledôneas, o cotilédone único não armazena o material nutritivo do endosperma. Assim, tanto o endosperma quanto o cotilédone ficam evidentes na semente como estruturas individualizadas.

Em muitas dicotiledôneas os cotilédones saem da terra junto com a planta em formação e, à medida que a planta se desenvolve, eles vão diminuindo de volume – é o caso do feijoeiro. Os cotilédones vão murchando, pois o material nutritivo que contêm vai sendo utilizado pelo embrião. Quando os cotilédones murcham completamente e caem, a nova planta já tem raízes, caule e folhas verdes suficientes para poder nutrir-se independentemente deles.

Vamos prosseguir com o estudo da morfologia das angiospermas, iniciando pelo primeiro órgão a emergir durante a germinação: a raiz.

## 5 Raiz

### 5.1 Raiz subterrânea e suas funções

Você vai agora aprender um pouco mais sobre as raízes mais típicas e comuns: as subterrâneas.

Como já comentado no capítulo anterior, as raízes das angiospermas distribuem-se por dois sistemas radiculares diferentes:

- › ramificado – próprio das dicotiledôneas;
- › fasciculado – próprio das monocotiledôneas.

A figura ao lado mostra, de forma esquemática, um sistema radicular ramificado, típico de dicotiledôneas.

Nesse sistema existe uma raiz principal, também chamada **pivotal** ou **axial**, da qual partem raízes secundárias. Tomando por base essa raiz, você pode identificar as seguintes regiões:

- › zona de ramificação;
- › zona pilífera – onde estão os pelos absorventes;
- › zona lisa ou de alongamento – desprovida de pelos e de raízes secundárias;
- › zona meristemática – formada por células dotadas de intensa capacidade de divisão;
- › coifa – região terminal, que protege a zona meristemática e que tem aspecto de um capuz.

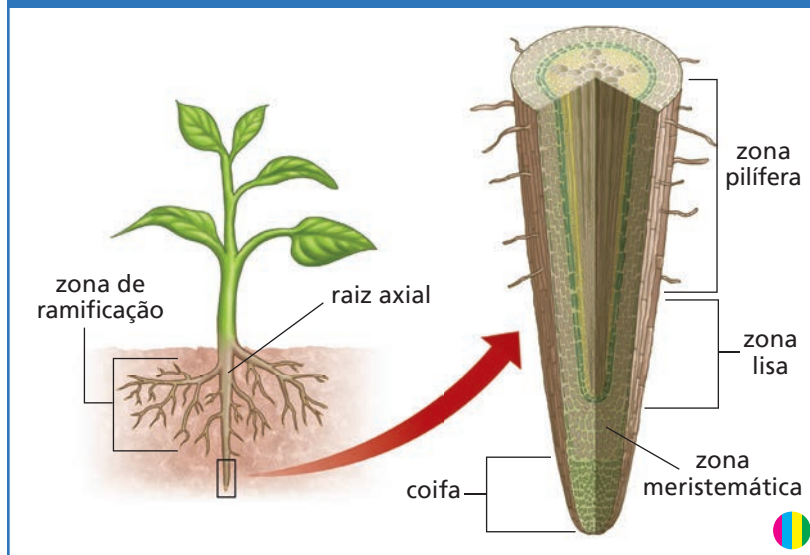
As raízes secundárias possuem as mesmas regiões que a raiz principal ou pivotal, o que, além de permitir uma melhor exploração do solo por parte da planta, auxilia a sua fixação.

A zona pilífera, ou zona dos pelos absorventes, é, como sugere o seu nome, a região onde ocorre a absorção de água e sais minerais do solo.

A região lisa é também conhecida por zona de alongamento, pois é a principal região de crescimento da raiz, em comprimento.

A região meristemática é constituída por tecido meristemático, um tipo de tecido cujas células possuem grande capacidade de divisão celular por mitose. Essa região frágil é protegida por células diferenciadas que formam uma estrutura com aspecto de capuz, chamada coifa.

#### Sistema radicular ramificado



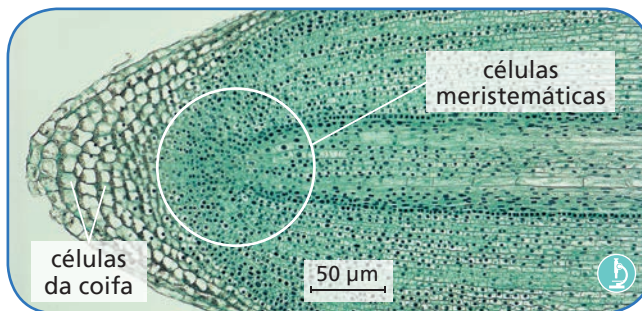
Paulo Cesar Pereira/Arquivo da editora

As figuras estão representadas em diferentes escalas.



#### CURIOSIDADE

Os termos **pivotal** e **axial** referem-se à posição da raiz principal, que penetra o solo perpendicularmente. Pivotal é a palavra de origem francesa (*pivotant*) e tem o mesmo significado de axial, que deriva de eixo.



University of Wisconsin-Madison

- **Ápice da raiz** de lírio em corte longitudinal. Observe as células que formam o meristema primário. As células meristemáticas ficam envolvidas pela coifa. Cada célula mede cerca de 20 µm de comprimento.

Resposta pessoal.


**REÚNA-SE COM  
OS COLEGAS**

Na culinária típica da região onde vocês moram, quais raízes são utilizadas? Com seu grupo, façam uma lista das raízes e selecionem uma receita regional, destacando as propriedades da raiz nela utilizada.



^ **Cenoura** (*Daucus carota*): observe a raiz principal tuberosa.



^ **Beterraba** (*Beta vulgaris*): observe a raiz principal tuberosa.



^ **Mandioca** (*Manihot utilissima*): observe as raízes secundárias tuberosas.

As figuras estão representadas em diferentes escalas.

## 5.2 Estrutura interna das raízes

Vamos considerar como modelo para o nosso estudo as raízes subterrâneas de angiospermas. A imagem ao lado mostra como é a estrutura primária de uma raiz, ou seja, aquela que caracteriza uma raiz jovem. Você pode notar basicamente dois círculos:

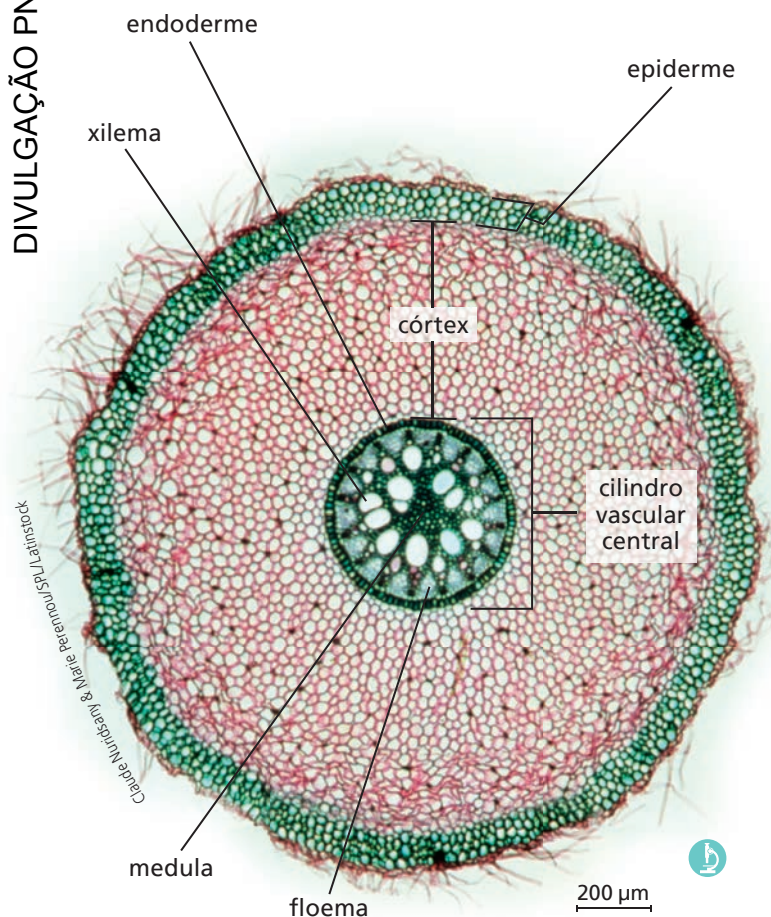
- um externo – o **córtex**, revestido por epiderme;
- um interno – o **cilindro vascular central**.

O córtex é formado principalmente pelo parênquima, que é revestido externamente pela epiderme e delimitado internamente por uma endoderme (*endo* = interno).

A endoderme delimita o cilindro central, que tem o nome de cilindro vascular porque abriga os vasos condutores da seiva.

Nas dicotiledôneas a disposição dos feixes assume um aspecto de estrela, cujos braços são formados pelo xilema e, entre esses braços, situam-se os elementos do floema. A porção central do cilindro vascular é a **medula**, constituída por células de parênquima.

As raízes de monocotiledôneas limitam-se à estrutura primária, ao passo que as de dicotiledôneas desenvolvem estrutura secundária.



^ **Raiz jovem**, em corte transversal.

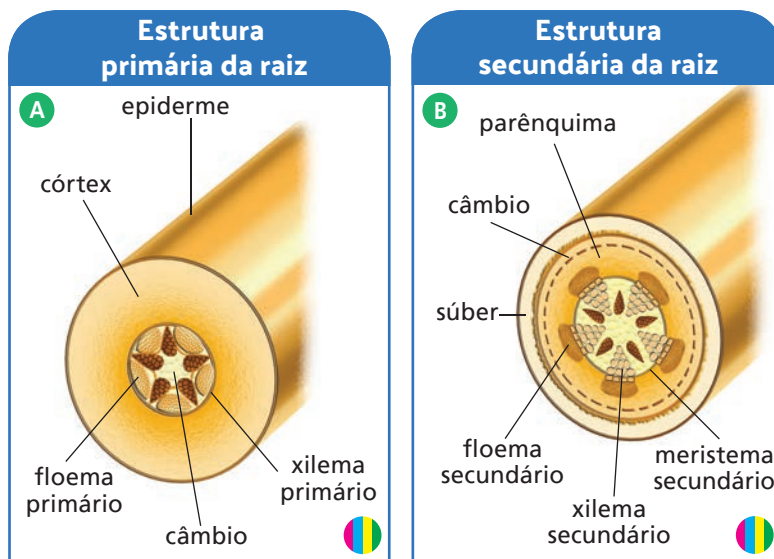


A estrutura secundária da raiz se desenvolve a partir da formação de meristemas secundários no cilindro vascular e no córtex; essas células meristemáticas multiplicam-se e provocam o crescimento em espessura da raiz. As novas células diferenciam-se em novos tecidos.

No cilindro vascular, formam-se novos elementos do floema – o **floema secundário** – e novos elementos do xilema – o **xilema secundário**.

Outra formação originada de meristema secundário é o **súber**, uma estrutura de proteção que ocorre não apenas em raízes, mas também em caules. O súber é um tecido formado por células mortas e cheias de ar. A morte celular ocorre devido ao acúmulo de uma substância chamada **suberina**, que é impermeável e impede as trocas gasosas.

Assim, no desenvolvimento da estrutura secundária da raiz, as células mais externas do córtex passam a constituir o súber e formam-se novas células de parênquima na sua porção interna.



Esquemas comparando a estrutura primária (A) com a secundária (B) de **raiz de plantas dicotiledôneas** (com base em imagens de cortes transversais ao microscópio de luz).

Ilustrações: Luis Moura/Arquivo da editora

### 5.3 Tipos de raiz

Embora a maioria das raízes seja subterrânea, existem as aquáticas e as aéreas. As raízes subterâneas são responsáveis, entre outras funções, pela fixação da planta ao solo. As raízes aquáticas são encontradas em plantas que normalmente flutuam na água; não têm função de fixação. Ambas, no entanto, subterrâneas e aquáticas, têm uma função comum: a absorção de água e sais minerais.

As raízes aéreas ocorrem em plantas como as epífitas, que se desenvolvem sobre troncos e galhos de árvores. Nesses casos, elas são importantes para a fixação da planta à hospedeira e retiram água e sais minerais que se acumulam entre elas e o tronco que as suporta. Muitas orquídeas e filodendros são exemplos de espécies que possuem esse tipo de raiz. Essas plantas se beneficiam com melhor exploração do espaço, mas não parasitam as hospedeiras.

Os cipós, tão comuns nas florestas tropicais, são plantas cujas raízes aéreas crescem em direção ao solo. Assim, o que se parece com galhos retorcidos entre as árvores da mata corresponde a raízes de cipós, que são epífitas.



Fabio Colombini/Acervo do fotógrafo



#### CURIOSIDADE

A expressão **epífitas** refere-se a plantas (*fitas*) que vivem sobre (*epi*) outras, podendo também designar plantas que ficam no alto. O prefixo *epi* é muito utilizado para se referir a partes externas de estruturas, como epiderme (revestimento externo de uma folha), por exemplo.

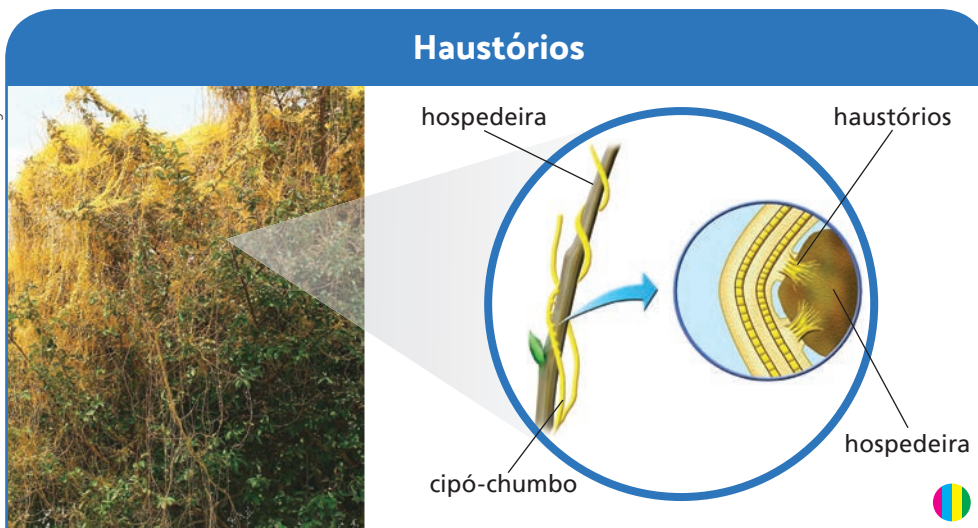
< **Orquídea** crescendo sobre tronco de árvore. Observe as raízes aéreas. As orquídeas são epífitas, e as raízes não invadem os tecidos da planta hospedeira.



Maurício Simonetti/Pulsar Imagens

^ **Figueira mata-pau** envolvendo com suas raízes estrangulantes um acurizeiro (*Scheelea phalerata*), no Pantanal. O mata-pau é uma planta cujas raízes aéreas chegam a estrangular e a matar a planta hospedeira. O acurizeiro pode chegar a 10 m de altura.

Fabio Colombini/Acervo do fotógrafo



Luis Moura/Arquivo da editora

^ O **cipó-chumbo** (gênero *Cuscuta*) é uma planta parasita cujo aspecto lembra um emaranhado de fios amarelos sobre a planta hospedeira. No detalhe, esquema de raízes especiais do cipó-chumbo, chamadas haustórios.

> **Erva-de-passarinho** (gênero *Viscum*) crescendo sobre uma árvore com cerca de 10 m de altura. Observe as folhas verde-escuras: a erva-de-passarinho retira seiva bruta da planta hospedeira, mas realiza fotossíntese, sendo, portanto, uma planta hemiparasita.

Thiago Oliver/Acervo do fotógrafo



Outro grupo é o das plantas **hemiparasitas** (semiparasitas), caracterizado por possuir partes verdes e realizar fotossíntese. É o caso da erva-de-passarinho, nome genérico usado para designar algumas espécies de plantas que possuem esse hábito, entre as quais o *Viscum album*, ou simplesmente visgo. Suas raízes aéreas modificadas fixam a erva-de-passarinho no tronco de uma árvore e retiram do xilema da hospedeira a seiva bruta.

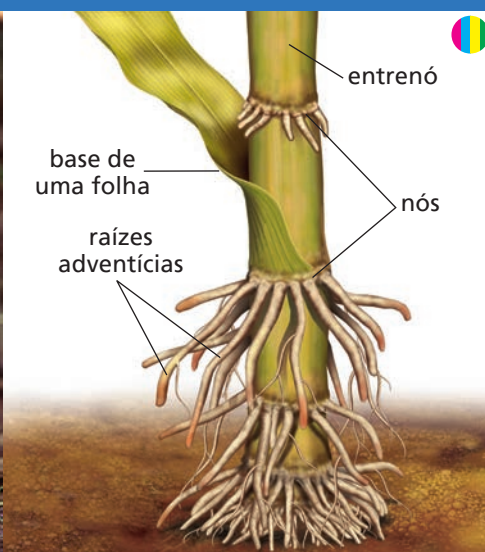


Normalmente, as raízes formam-se a partir de uma região especial situada junto à porção inferior do caule; não se formam, portanto, a partir de caules ou de folhas. No entanto, isso pode ocorrer e, nesse caso, são chamadas **raízes adventícias**.

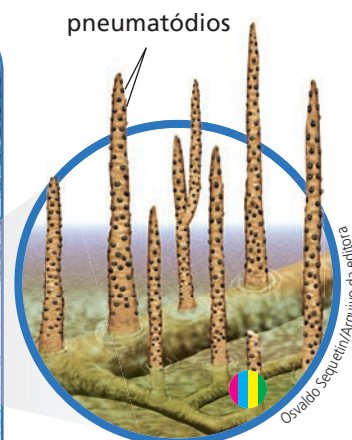
A imagem abaixo mostra um exemplo de raízes adventícias que atuam, nesse caso, como estruturas auxiliares de fixação da planta ao solo, sendo também conhecidas como raízes suporte. Esse tipo de raiz ocorre na cana-de-açúcar e no milho.

Nos manguezais, o solo lodoso é pobre em gás oxigênio. Além disso, ele é coberto periodicamente pelas marés. Certas plantas que ali vivem possuem um tipo especial de raiz que permite o contato com o ar. Essas raízes emitem raízes secundárias que crescem verticalmente para fora do substrato, obtendo melhor aeração. Elas são chamadas **pneumatóforos** e possuem orifícios de aeração, denominados **pneumatódios**; veja as imagens abaixo.

### Raízes adventícias

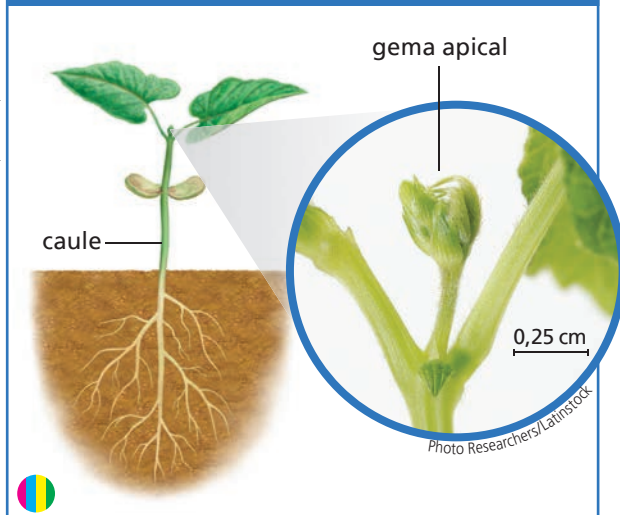


< **Raízes adventícias** ou raízes suporte de milho (*Zea mays*). Observe na fotografia e no esquema que essas raízes partem do caule.

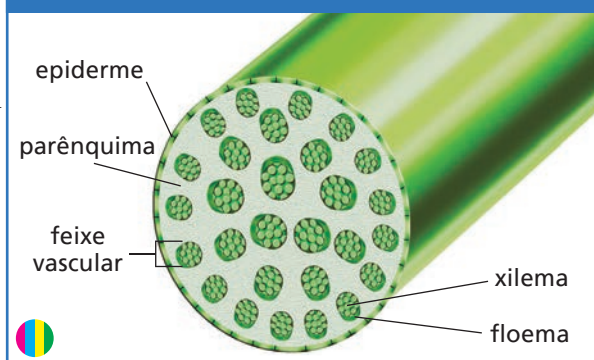


< Na foto maior, observe os **pneumatóforos** emergindo do solo lodoso do manguezal. No detalhe, ilustração destacando pneumatóforos com **pneumatódios**.

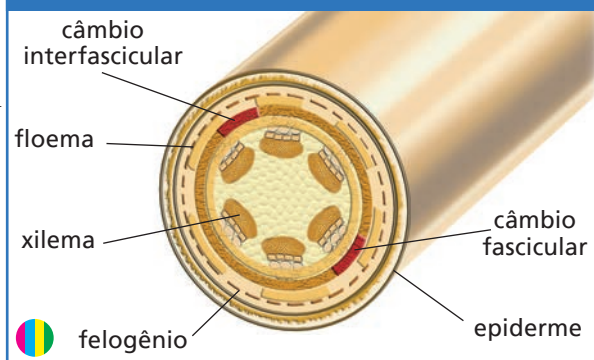


**Feijoeiro**

- Esquema indicando a localização da gema apical em feijoeiro (*Phaseolus vulgaris*). No detalhe, fotografia mostrando a **gema apical**.

**Caule de monocotiledônea**

- Esquema de corte transversal em **caule de monocotiledônea**, mostrando os feixes vasculares.

**Caule de dicotiledônea**

- Esquema de corte transversal em **caule de dicotiledônea** no início do crescimento secundário.

**6 Caule**

O caule é a parte da planta que sustenta as folhas. Ele se forma a partir de um meristema apical situado no embrião e que dá origem, na planta adulta, à **gema apical**.

Além da gema apical, que participa do crescimento da planta em altura, existem as gemas laterais, que permitem a ramificação. Cada ramo terá, por sua vez, uma gema apical e outras gemas laterais.

A região do caule que contém as gemas laterais compõe os nós e o intervalo entre um nó e outro é chamado entrenó. O crescimento em comprimento do caule ocorre principalmente pelo aumento das células dos entrenós mais próximos do ápice das plantas.

A presença de gemas caracteriza o caule e permite distingui-lo da raiz, pois esta não as possui. As gemas também dão origem às folhas e às flores.

**<6.1> Estrutura interna do caule**

Além da função de sustentação, o caule realiza a função de transportar a seiva bruta e a seiva elaborada. O esquema ao lado mostra como os feixes de xilema e floema se dispõem em um caule de monocotiledônea.

Os feixes vasculares possuem um arranjo difuso nas monocotiledôneas, mas em cada feixe os elementos condutores estão em disposição ordenada, ficando sempre xilema voltado para o centro e floema para a periferia do caule. Os espaços entre os feixes são ocupados pelo parênquima. Cada feixe vascular é envolto por uma bainha em que as células possuem reforço de lignina, que auxilia na função de sustentação que os caules exercem.

O esquema ao lado mostra, em corte transversal, como se dispõem os feixes vasculares em um caule de dicotiledônea.

É possível observar a existência de células organizadas em um círculo separando o floema para fora e o xilema para dentro. Esse círculo é o câmbio, constituído de células meristemáticas; o que fica dentro dos feixes tem o nome de câmbio fascicular, e o que fica entre os feixes é o câmbio interfascicular.

O câmbio fascicular é um meristema primário, pois suas células derivam de meristemas embrionários e desde o início conservam a capacidade de se dividir; o câmbio interfascicular é, no entanto, um meristema secundário, pois deriva de células diferenciadas do parênquima, que readquirem a capacidade meristemática.

A partir do câmbio formam-se novos elementos do floema e do xilema e, assim, o feixe cresce em espessura. O crescimento do feixe é acompanhado pelos outros elementos do caule, inclusive pelo parênquima. Certas células do parênquima cortical readquirem a capacidade meristemática dando origem a outro meristema secundário representado pelo **felogênio** (ou câmbio da casca), que dá origem a dois tecidos diferenciados: a **feloderme** e o **súber**. O conjunto súber-felogênio-feloderme constitui a **periderme**, que acaba substituindo a epiderme. Por apresentarem crescimento em espessura em função da ação dos câmbios, fala-se que as dicotiledôneas apresentam crescimento secundário.

As trocas gasosas necessárias às células do interior do caule, envolvidas por periderme, ocorrem por pequenas aberturas chamadas **lenticelas**.

Os caules da maioria das monocotiledôneas não apresentam crescimento secundário em espessura. O crescimento secundário em espessura é, de modo geral, característico de dicotiledôneas e de gimnospermas.

Em gimnospermas e dicotiledôneas arbóreas, o xilema secundário forma a **madeira** ou **alburno**. O cerne da madeira, localizado no centro do tronco, é constituído por xilema não funcional, ou seja, que não conduz mais a seiva bruta, e sua coloração é sempre mais escura que o alburno. O floema secundário localiza-se junto à casca do tronco, ou periderme.

## 6.2 Tipos de caule

Embora os caules aéreos sejam mais comuns, existem também caules aquáticos e caules subterrâneos.

### Caules aquáticos

Os caules de plantas aquáticas geralmente são clorofilados, realizando, portanto, fotossíntese. Costumam possuir o **aerênquima**, um tecido rico em espaços nos quais há retenção de ar, importante para a respiração e para a flutuação.

### Caules subterrâneos

Os caules subterrâneos são de três tipos: rizoma, tubérculo e bulbo.

O **rizoma** cresce mais ou menos paralelamente à superfície do solo, mas dentro dele. Do rizoma partem folhas em direção à superfície, como acontece com a bananeira. Nessa planta, as bainhas das folhas formam um **pseudocaule**, isto é, assumem em conjunto o aspecto de caule. Outro exemplo interessante de rizoma é o da vitória-régia (*Victoria amazonica*), que se localiza dentro do solo subaquático. Dele parte um longo pecíolo que sustenta a grande folha, que flutua na superfície da água.



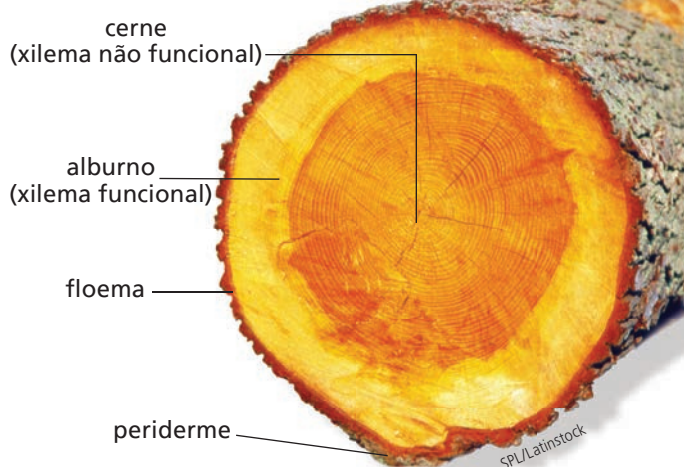
### CURIOSIDADE

A cortiça é o **súber** bem desenvolvido. A cortiça comercial é retirada principalmente de uma árvore mediterrânea chamada sobreiro, comum em países como Portugal e Espanha. No Brasil, árvores com súber desenvolvido são encontradas principalmente no Cerrado.

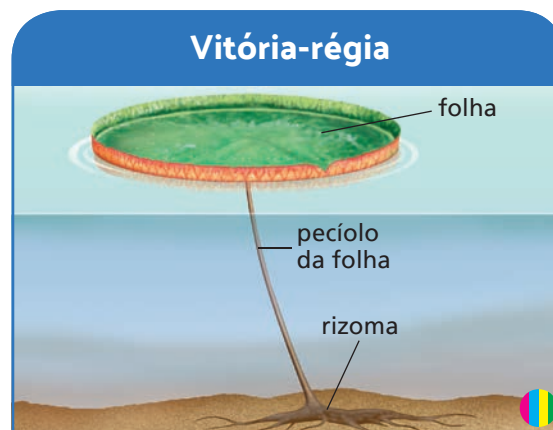


Carlos Jared/Acervo do fotógrafo

^ **Lenticelas** no tronco de uma árvore.



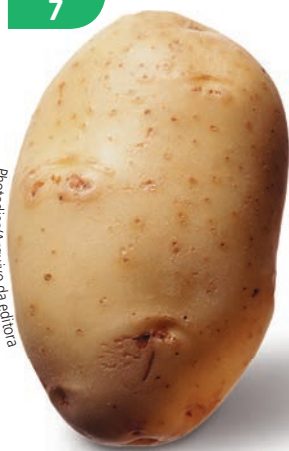
^ Corte transversal em **tronco de árvore**, mostrando a estrutura macroscópica. Existem árvores em que a diferença de cor entre cerne e alburno não é tão evidente, dificultando a distinção visual dessas regiões.



Oswaldo Sequeitin/Arquivo da editora

^ Esquema de vitória-régia indicando o **caule subterrâneo** (rizoma). A folha flutuante pode chegar a 2 m de diâmetro.

Photodisc/Arquivo da editora



^ A **batata-inglesa** (*Solanum tuberosum*) é um caule subterrâneo do tipo tubérculo.

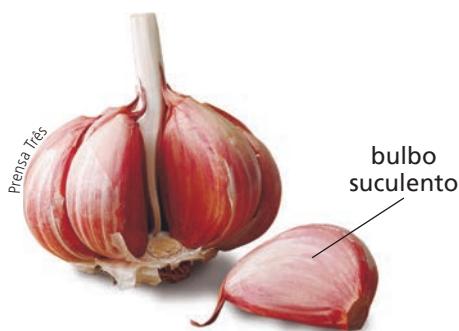
O **tubérculo** caracteriza-se por ser um caule que armazena grande quantidade de material de reserva. Um dos principais exemplos é a batata comum, também conhecida como batata-inglesa (*Solanum tuberosum*).

Você já sabe como distinguir um caule de uma raiz: o caule possui gemas e a raiz não possui. Assim, a batata-inglesa é um caule; colocando uma batata em um recipiente com água, surgem ramos verdes com folhas, resultantes do desenvolvimento das gemas, conhecidas popularmente como “olhos”.

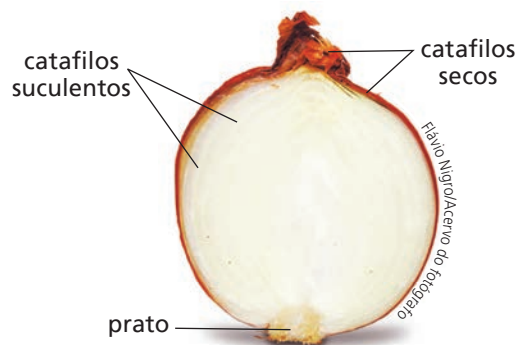
O **bulbo** é uma estrutura formada por uma parte basal, o **prato**, que corresponde ao caule bastante reduzido, do qual partem numerosas folhas modificadas, os **catafilos**, que podem ser:

- > secos – catafilos de proteção;
- > suculentos – catafilos de reserva.

Um exemplo de bulbo é a cebola, que apresenta catafilos suculentos. O alho é um bulbo complexo, sendo cada “dente” considerado um bulbo simples suculento.



^ O **alho** (*Allium sativum*) é um bulbo complexo.



^ A **cebola** (*Allium cepa*) é um bulbo simples.

## Caules aéreos

Os caules aéreos podem ser de três tipos:

- > **erectos** – quando conseguem sustentar-se sem apoio;
- > **volúveis** – quando se enrolam em um suporte;
- > **rastejantes** – quando vivem diretamente sobre a superfície do solo.

Observe nas imagens a seguir três exemplos de caules aéreos do tipo ereto.

> **A** O **bambu** (*Bambusa vulgaris*), apresenta caule ereto do tipo colmo, que mede cerca de 12 m de altura.

**B** A **macaúba** (*Acrornomia*) é uma palmeira e tem caule ereto do tipo estipe, com cerca de 15 m de altura.

**C** A **castanheira-do-pará** (*Bertholletia excelsa*) apresenta caule ereto do tipo tronco, que pode chegar a 50 m de altura.



Fabio Colombini/Acervo do fotógrafo



João Prudente/Pulsar/Imagens



Werner Rudhart/Kino



Os caules mostrados anteriormente são eretos e apresentam nomes de acordo com suas características.

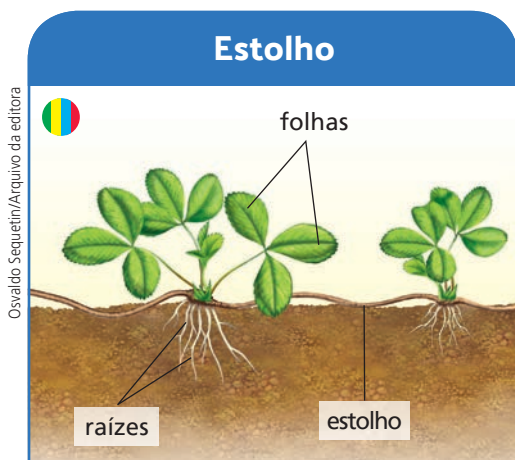
- **Tronco** – apresenta ramificações, nós e entrenós pouco evidentes. Exemplo: castanheira-do-pará, mangueira.
- **Estipe** – não se ramifica, possui nós e entrenós bem evidentes e suas folhas situam-se na extremidade do caule. Exemplo: palmeiras.
- **Colmo** – geralmente não se ramifica, possui nós e entrenós bem evidentes e folhas geradas a partir das gemas laterais. Exemplo: cana-de-açúcar; bambu, que pode apresentar pequenas ramificações.

O estipe diferencia-se do colmo também por outra característica: é geralmente maior e mais espesso.

Os caules **volúveis** são representados pelos caules de trepadeiras, que se enrolam a outras plantas ou a um suporte qualquer. Quanto aos caules **rastejantes**, dois bons exemplos são o da abóboreira e o do meloeiro.

Muitas vezes os caules rastejantes podem enraizar de espaço em espaço, sendo então chamados de **estolhos** ou **estolões**. É o caso do morangueiro e da grama comum dos jardins.

✓ Nesse detalhe de **planta trepadeira** (gênero *Hedera*), observe o caule volúvel fixo ao tronco de uma árvore.



^ Esquema de **caule rastejante com estolhos** (estolões).



^ O **meloeiro** (*Cucumis melo*) tem caule rastejante.



Fabio Colombini/Acervo do fotógrafo

## Caules modificados

Todos esses caules que você conheceu até agora possuem como funções a sustentação das folhas e a condução da seiva entre as raízes e as folhas.

Alguns deles, no entanto, apresentam modificações e realizam funções específicas, não típicas de caules. Veja os dois exemplos ao lado.

As fotos mostram duas modificações ou adaptações do caule: os **espinhos**, que são formações pontiagudas e atuam como defesa para a planta, e as **gavinhas**, filamentos enrolados que auxiliam na fixação. As gavinhas também podem ser modificações de folhas, como ocorre na ervilha, ou de raiz, como ocorre em certas orquídeas.



Sônia Oddi/Olhar Imagem

^ **Gavinhas** em planta de chuchu.



Gabor Mendes/Kino

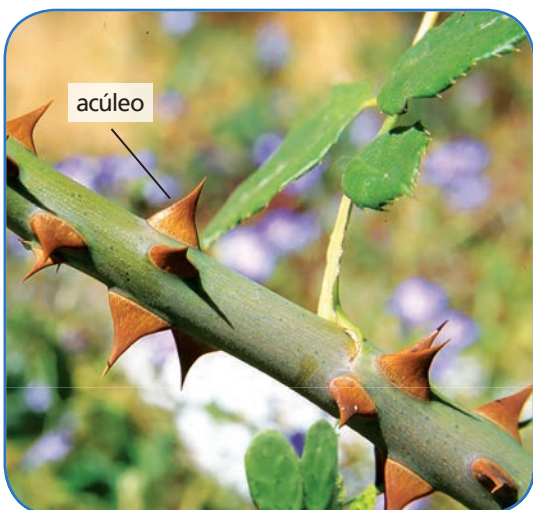
^ **Espinhas** no caule de limoeiro.

Rosemary Calvert/Getty Images



- Os **espinhos do cacto** são **modificações de folhas** e não do caule, que é verde e realiza fotossíntese. A imagem está em tamanho aproximadamente natural.

Jacek/Kino



- Acúleos** de roseira, em tamanho natural.

Alípio Z. da Silva/Kino



- A palma (*Opuntia ficus-indica*) apresenta **cladódio**. Pode chegar a 3 m de altura.

Como você sabe, os cactos possuem espinhos. Esses espinhos, no entanto, são adaptações de folhas e não de caule. Os caules dos cactos são achatados, permanecem verdes por toda a vida da planta e realizam uma importante função, que normalmente é realizada pelas folhas: a fotossíntese. A modificação das folhas em espinhos é uma adaptação dessas plantas a ambientes onde há restrição de água, pois a transpiração foliar é reduzida devido à sua pequena área de superfície.

Formações pontiagudas desenvolvidas em certas plantas, como a roseira e a paineira, são os **acúleos**. Eles não são espinhos, não sendo modificações de caule ou de folhas; são formações da epiderme do caule. No caso da roseira, os acúleos podem ser facilmente destacados do caule.

Outras modificações especiais dos caules são os **cladódios** e os **filocládios**.

Cladódio e filocládio são expressões utilizadas para designar certos tipos de caules cujo formato lembram folhas, o que é comum em certas espécies de plantas que vivem em ambientes com restrição de água e possuem folhas reduzidas, modificadas ou ausentes.

Fala-se em cladódios quando os ramos são longos, como no mandacaru e figo-da-índia, também conhecido por palma ou palmatória, e em filocládios quando os ramos são curtos, como no aspargo.

Vamos agora analisar um tipo de caule modificado que ocorre em plantas típicas de manguezais.

A rizófora ou mangue-vermelho, como é conhecida, possui estruturas que partem do caule e se dirigem para o solo, participando da sustentação da planta no sedimento instável. Essas estruturas assemelham-se a raízes na sua aparência e são chamadas **rizóforos**. Apesar do nome, os rizóforos são ramificações especiais do caule dessas plantas, e não raízes. Antigamente elas eram consideradas exemplos de raízes suporte. Já vimos um exemplo de raiz suporte, que ocorre na cana-de-açúcar.

Paté Zuppani/Pulsar Imagens



- Manguezal na Ilha do Caju (MA). Observe as árvores com **rizóforos**, que são ramificações do caule. O mangue-vermelho (*Rhizophora mangle*) mede entre 10 m e 20 m de altura.



Outra modificação especial de caule é o **xilopódio**.

Os xilopódios são caules tuberosos, subterrâneos, comuns em certas plantas do Cerrado e da Caatinga. Um exemplo é o imbuzeiro (umbuzeiro) e a maniçoba, da qual se extrai látex para a produção de borracha.

Essas estruturas armazenam água e outras substâncias de reserva, sendo adaptações de certas plantas a ambientes de restrição de água.

No Cerrado, assumem importância especial para a sobrevivência dessas plantas quando ocorrem queimadas, pois a partir de suas gemas, o xilopódio brota, dando origem a uma nova planta após a passagem do fogo, um evento natural nesse bioma, mas pode ser provocado pela ação humana.



Nilton de Brito Cavalcanti/Arquivo do fotógrafo

^ Xilopódios de imbuzeiro, fotografado na Caatinga.

## 7 Folhas

A maioria das **folhas** é aérea, mas existem algumas que são aquáticas e outras que são subterrâneas.

Lembra-se do bulbo de cebola? Seus catafilos são folhas subterrâneas e modificadas, que armazenam reservas (catafilos suculentos).

A vitória-régia é uma planta cuja folha flutua na água. Existem também espécies de plantas que possuem folhas submersas, vivendo totalmente dentro da água. As plantas aquáticas do gênero *Sagittaria* possuem mais que um tipo de folha e cada tipo tem a forma relacionada com o meio em que vive:

- › as folhas submersas são filamentosas;
- › as folhas flutuantes são arredondadas;
- › as folhas aéreas são amplas e sagitiformes (aspecto de seta).

A ocorrência de diferentes tipos de folhas em uma mesma planta tem o nome de **heterofilia**.

As funções básicas das folhas são fotossíntese e transpiração, processos favorecidos por uma superfície ampla como geralmente é o **limbo** da folha.

Em plantas de ambientes muito secos e quentes, é comum a ocorrência de plantas com folhas pequenas ou atrofiadas; elas captam a energia luminosa e controlam as trocas gasosas, porém têm a transpiração excessiva evitada, pois sua superfície é reduzida. No caso dos cactos, como já vimos, as folhas são modificadas em espinhos que não realizam fotossíntese. São os caules achatados e verdes que realizam essa função.

Geralmente, as dicotiledôneas apresentam pecíolo unindo o limbo ao caule; as monocotiledôneas apresentam bainha (folhas invaginantes).

As três partes da folha – bainha, pecíolo e limbo – raramente estão presentes em uma mesma folha. Apenas algumas espécies, como o cinamomo, apresentam essas três partes e uma quarta, as **estípulas**. O cinamomo possui bainha muito reduzida.



Oswaldo Sequeitin/Arquivo da editora

^ Esquema ilustrando a *Sagittaria*, planta aquática. Observe que esta planta apresenta três tipos de folhas.



Na folha de cinamomo, planta também conhecida por jasmim-azul, árvore-santa e outros nomes, o limbo é dividido em partes. Cada uma das partes em que se divide o limbo chama-se **folíolo**. Folhas como essas são chamadas compostas, em contraste com as folhas de limbo indiviso, chamadas simples.

### Folha composta

folíolos

pecíolo

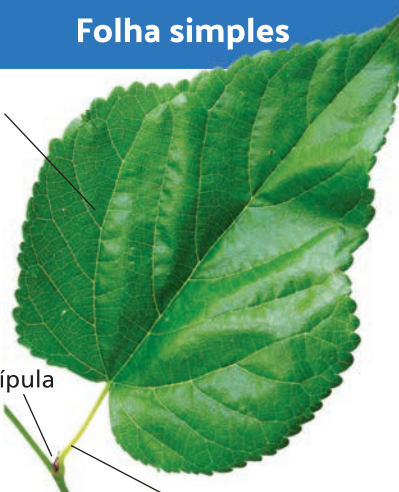


### Folha simples

limbo

estípula

pecíolo



▲ Folha de cinamomo, com **limbo dividido em folíolos**. A bainha e a estípula não estão visíveis nesta imagem.

▲ Folha de amoreira, com **limbo indiviso**.

As folhas podem apresentar modificações passando a desempenhar outras funções, como é o caso das **gavinhas**, que também podem ser modificações de caules, como vimos anteriormente.

A falta do limbo é excepcional e, quando ocorre, ele pode estar substituído pela expansão de outras partes da folha.

Na mimosa (*Acacia*), o desenvolvimento é do pecíolo, que assume aspecto de limbo e recebe o nome de **filódio**.

Na planta de ervilha, o limbo é composto, apresentando pequenos folíolos normais e outros, já na extremidade, transformados em gavinhas; as estípulas dessa planta, no entanto, são muito desenvolvidas, lembrando o aspecto de folhas.



### MULTIMÍDIA

**Frans Krajcberg – A obra que não queremos ver**

Renata Sant'Anna e Valquiria Prates, Ed. Paulinas, 2006.



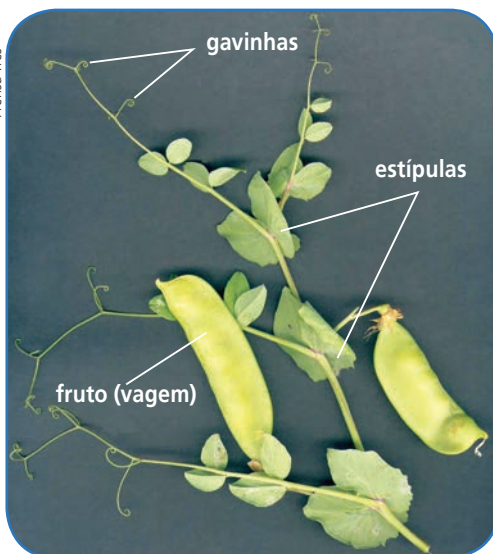
Conheça um pouco da obra do artista plástico Frans Krajcberg, que vive no Brasil e tornou-se grande defensor da preservação dos biomas brasileiros. Suas obras utilizam pigmentos naturais e troncos retorcidos, obtidos em incêndios causados por ação humana.

Prensa Três

gavinhas

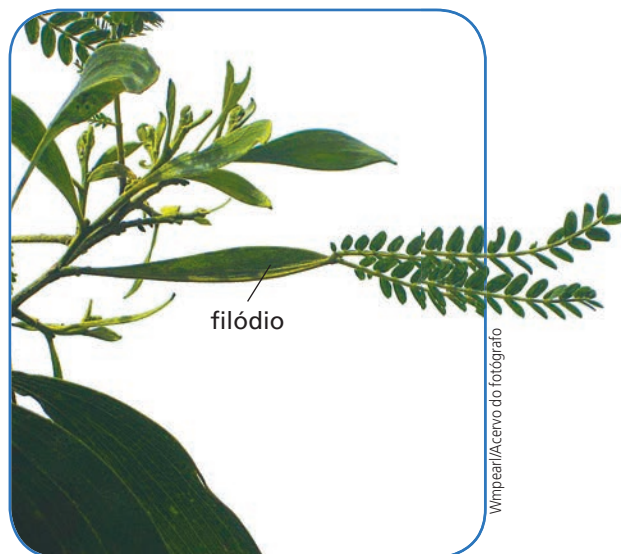
estípulas

fruto (vagem)



▲ Ervilha (*Pisum sativum*). Observe as **estípulas** desenvolvidas, assemelhando-se a folhas.

filódio



▲ **Filódio** de mimosa (*Acacia podalyriaefolia*).

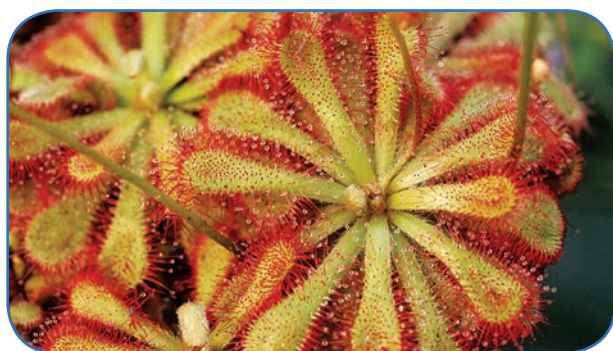
Wimpearl/Acervo do fotógrafo

Uma curiosa modificação de folha é a que ocorre em plantas carnívoras.

Essas plantas geralmente exalam odores (algumas também produzem néctar) e atraem pequenos animais, principalmente insetos. Quando pousam sobre as folhas, os insetos podem ser aprisionados.

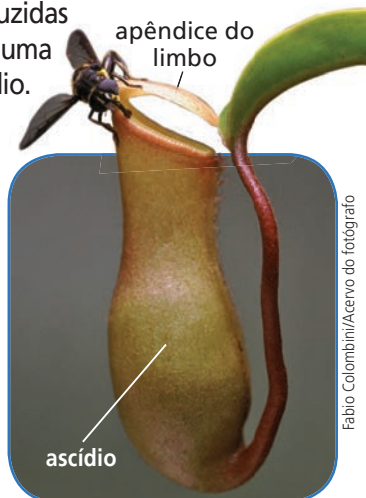
No gênero *Drosera*, as folhas apresentam estruturas que lembram “pelos” avermelhados: elas secretam uma substância adesiva que prende os animais pequenos que andam sobre as folhas.

No gênero *Nepenthes*, a folha modificada é formada por uma urna (ascídio) cujo interior é liso e escorregadio. Atraídos pelo odor e pelo néctar, insetos caem dentro do ascídio e acabam sendo digeridos por enzimas produzidas pela folha. A “tampa” que você vê na imagem à direita é uma adaptação do limbo e impede a entrada de água no ascídio.



Haroldo Palo Jr./Kino

Planta carnívora da espécie *Drosera villosa* (cada folha mede cerca de 2 cm de comprimento).

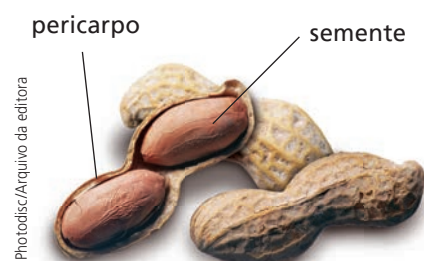


Fabio Colombini/Acervo do fotógrafo

Planta carnívora do gênero *Nepenthes*. O ascídio mede cerca de 8 cm de comprimento.

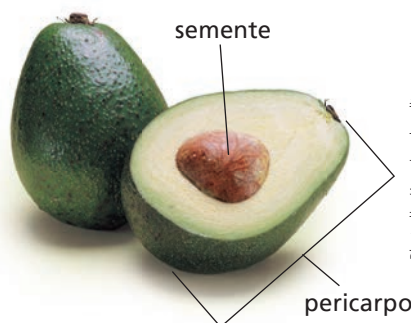
## 8 Frutos

Os **frutos** são formados pelo pericarpo e pela semente, como vimos no capítulo anterior. Agora você vai conhecer alguns tipos de frutos. Veja inicialmente dois deles:



Photodisc/Arquivo da editora

Amendoim, fruto seco.



Photodisc/Arquivo da editora

Abacate, fruto carnoso.

O pericarpo do abacate é bem desenvolvido e comestível, ao passo que o do amendoim é pouco desenvolvido e seco. Frutos como o abacate são conhecidos como carnosos e frutos como o amendoim são secos.

O pericarpo divide-se em três partes, que podem ser reconhecidas facilmente nos frutos carnosos:

- a externa – **epicarpo**;
- a intermediária – **mesocarpo**;
- a interna – **endocarpo**.



Você sabia que o Brasil é o segundo país do mundo em número de espécies de plantas carnívoras, perdendo apenas para a Austrália? Com um colega, procure mais informações a respeito de uma espécie de planta carnívora nativa do Brasil. Produzam um texto na forma de uma reportagem destinada ao público infantil, que explique de modo simples, porém correto, quais são as adaptações existentes na planta. Não se esqueçam de incluir figuras e citar as fontes consultadas.



Planetabio: Órgãos vegetais

<<http://www.planetabio.com/orgaov.html>>

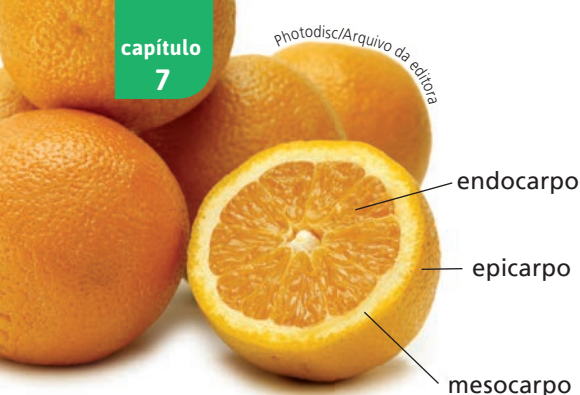


Reprodução

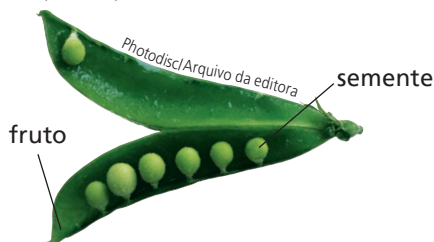
Com infográficos interativos, reveja o que você estudou a respeito da raiz, do caule, das folhas e dos frutos.

Acesso em: 13 maio 2016.





^ **Laranja**, fruto carnoso. Observe as partes do pericarpo.



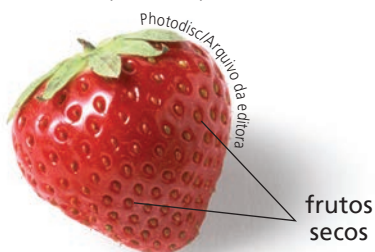
^ A **vagem da ervilha** é um fruto seco deiscente. Observe as sementes dentro de um fruto separado na metade.



^ A planta herbácea conhecida como **bela-emília** possui frutos secos indeiscentes, dispersos pelo vento.



^ A **castanha do caju** corresponde ao fruto verdadeiro. A polpa é um pseudofruto simples, desenvolvida a partir do pedúnculo floral.



^ O **morango** é um pseudofruto composto.

Na maioria dos frutos carnosos a parte suculenta é o mesocarpo, mas em alguns casos é o endocarpo, como acontece com a laranja.

Epicarpo, mesocarpo e endocarpo são concrescidos nos frutos secos e, por essa razão, não podem ser percebidos facilmente.

Comparando o abacate com a laranja, você pode observar que o primeiro possui uma só semente, enquanto a laranja possui várias.

Podemos, então, identificar dois tipos de frutos carnosos:

- > **drupas** – os que possuem uma só semente, que fica unida ao endocarpo, formando um caroço;
- > **bagas** – os que possuem várias sementes e não formam caroços.

Dessa forma, a laranja é uma baga, assim como o tomate e o limão.

O abacate é uma drupa. São também exemplos de drupas a manga, o pêssego, a ameixa e a azeitona.

Os frutos carnosos comestíveis costumam ter suas sementes descartadas pelos animais que os comem, que também atuam como transportadores dessas sementes, que, assim, podem germinar a alguma distância da planta-mãe. Quando os frutos não são consumidos, apodrecem e deixam livres suas sementes.

Os frutos secos podem apresentar mecanismos de abertura por onde saem as sementes, falando-se em frutos **deiscentes**. Alguns, entretanto, são **indeiscentes**, ou seja, não possuem mecanismos de abertura natural através dos quais as sementes são liberadas.

## <8.1> Pseudofrutos

Formações semelhantes a frutos, e muitas vezes confundidas com eles, são os **pseudofrutos**. Não são frutos verdadeiros, pois não se originam do desenvolvimento do ovário de uma flor. Podem ser de três tipos: simples, compostos e múltiplos.

Os pseudofrutos simples provêm do desenvolvimento de algumas partes de uma só flor, geralmente o pedúnculo ou o receptáculo. No caju, por exemplo, o ovário forma a castanha. O verdadeiro fruto é, portanto, a castanha, com a casca e a semente. A parte suculenta do caju é resultante do desenvolvimento do pedúnculo floral; a pera, a maçã e o marmelo provêm do desenvolvimento do receptáculo da flor.

Os pseudofrutos compostos são formados a partir de flores multiovariadas, pelo desenvolvimento de seus ovários. É o caso do morango: a polpa vermelha comestível não corresponde ao desenvolvimento do ovário. Cada pequeno “pontinho” da superfície do morango é um fruto verdadeiro, que é seco e indeiscente.

Os pseudofrutos múltiplos, por sua vez, são formados pelo desenvolvimento de diversas partes de várias flores. O abacaxi, por exemplo, resulta do desenvolvimento de uma inflorescência.





## Palmeiras: monocotiledôneas com crescimento secundário?

De acordo com o texto, as dicotiledôneas e gimnospermas apresentam crescimento secundário do caule, provocando um aumento em espessura, além do crescimento em comprimento que é considerado crescimento primário.

As monocotiledôneas, por não possuírem meristema (câmbio) no caule adulto, não apresentam crescimento em espessura. E quanto às palmeiras, grupo de monocotiledôneas que abriga os enormes coqueiros?

Nas palmeiras, o crescimento em espessura do caule ocorre devido a divisões de células de vários tecidos, sem a formação do câmbio. As palmeiras podem ser consideradas ervas gigantescas,

que não são feitas de madeira como as árvores dicotiledôneas.



Herb Schmitz/Getty Images

^ **Palmeiras** são consideradas ervas gigantescas.

## Legumes, frutas, frutos?

Existem termos que possuem significados diferentes em Ciência e no uso popular. Legume é um exemplo.

Em Botânica, parte da Biologia que estuda as plantas, o termo “legume” é usado para designar um determinado tipo de fruto seco, também chamado vagem, como a vagem do feijão, da ervilha, do amendoim e do *flamboyant* (flamboaiã). Trata-se de um fruto seco que se abre ao longo de duas linhas longitudinais.

Popularmente, no entanto, o termo legume não tem significado preciso, sendo aplicado para numerosos produtos da feira, como tomate, berinjela, chuchu, abóbora, pepino, inhame, cará, batata, vagem (de feijão, de ervilha) e tantos outros.

O povo está errado? Não, não está. Na feira e na cozinha vale o uso popular; em Ciência, vale a designação científica. Assim, o cientista pode tomar sopa de legumes, sem esperar encontrar nela vagens de amendoim e de flamboaiã.

O legume (ou vagem) é um tipo de fruto, como também são frutos a laranja, o tomate, a manga, a abóbora, o pepino, o chuchu, o grão de milho e a melancia.

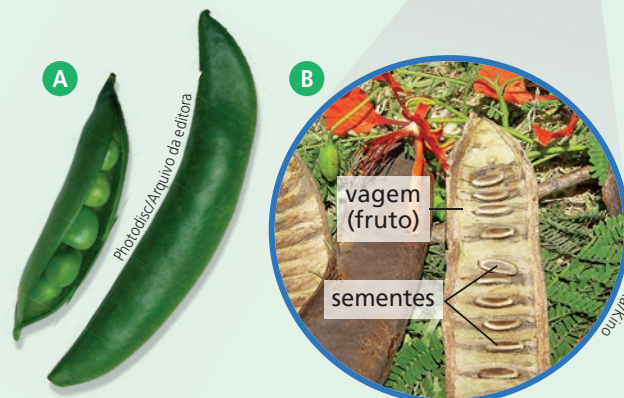
Alguns desses frutos são também conhecidos por frutas. Enfim, frutos ou frutas?

O termo fruto é termo técnico: é o produto do desenvolvimento do ovário de uma flor. Assim, tomate, abóbora, laranja, manga são frutos.

O termo fruta é de uso popular e se aplica especialmente aos frutos adocicados, como melancia, laranja etc. Até mesmo pseudofrutos são incluídos entre as frutas: abacaxi, fruta-do-conde, caju, maçã, por exemplo.



Mike Zens/Corbis/Lainstock



Ivânia Sant'Ana/Kino

^ Dois tipos de **vagens**: a **ervilha** (A), cuja vagem é comestível, e a vagem do **flamboaiã**. (B).



## Propagação vegetativa das plantas

Estudamos no capítulo anterior os ciclos reprodutivos dos grupos de plantas, que alternam estruturas diploides (esporófitos) com estruturas haploides (gametófitos). No entanto, se você possui um jardim ou quintal, já deve ter observado que muitas plantas se reproduzem também de forma vegetativa. Cultivar a muda de uma planta é um exemplo de propagação vegetativa. Dessa forma, como não há envolvimento de gametas, obtêm-se plantas geneticamente idênticas à planta original.

Sabendo desta capacidade das plantas, o ser humano desenvolveu métodos que auxiliam na propagação de plantas de interesse comercial. Entre esses métodos, vamos destacar a estaquia, a mergulhia e a enxertia.

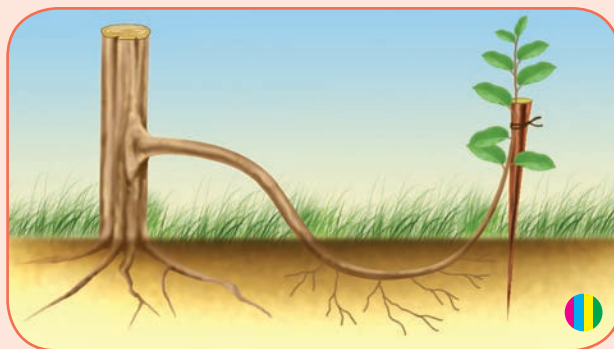
Na **estaquia**, ramos do caule contendo gemas são cortados e a extremidade na qual foi feito o corte deve ser enterrada. A extremidade contendo a gema apical deve ser desprezada, pois ela inibe o desenvolvimento das gemas laterais. A partir desta estaca, desenvolve-se um indivíduo.



Esquema mostrando duas etapas da **estaquia**. Os procedimentos podem variar dependendo da espécie que se deseja propagar.

Na técnica da **mergulhia**, uma região do caule é enterrada. Formam-se raízes adventícias e, após o enraizamento, o ramo é separado da planta original. Processo semelhante ocorre naturalmente em

plantas com caules rasteiros como o morangueiro, que apresenta caule do tipo estolho.



Esquema do procedimento de **mergulhia**.

Na **enxertia**, obtém-se uma muda, que pode ser uma estaca com gemas. Essa muda é chamada de cavaleiro ou enxerto e deve ser transplantada para o caule enraizado de outra planta, denominada cavalo ou porta-enxerto. O cavalo deve ser da mesma espécie do enxerto, ou de uma espécie próxima. Existem diversos métodos para se realizar a enxertia. De modo geral, a enxertia apresenta vantagens em relação à estaquia e à mergulhia, pois a muda desenvolve-se mais rapidamente quando em contato com uma planta com raízes (o cavalo).



enxerto

cavalo

Uma das etapas da **enxertia** em muda de videira: o enxerto (cavaleiro) é colocado em um cavalo.

## DEPOIS DA LEITURA...

a) Sim, pois todos apresentam patrimônio genético idêntico ao do indivíduo original.

a. Com métodos de propagação vegetativa, obtêm-se clones da planta original. A afirmação está correta? O que você entende por clone?

b. O que é uma gema? Qual é a diferença entre gema apical e lateral? b) A gema é a região do caule que abriga o meristema. A gema apical, localizada na extremidade do caule, promove o crescimento em altura e as gemas laterais, localizadas em nós do caule, promovem a formação de ramos, folhas e flores.

c. Por que é importante obter estacas com gemas laterais nos processos de estaquia e enxertia?

c) A partir das gemas laterais, surgem ramos com folhas, o que permite a sobrevivência e o desenvolvimento da planta.

Veja mais comentários a respeito da reprodução vegetativa no Manual.



## Revendendo e aplicando conceitos

- Os conceitos abaixo referem-se a um órgão da planta conhecida popularmente por batata-inglesa, da espécie *Solanum tuberosum*. 1. Consulte o Manual.

Célula meristemática

Tubérculo

Gema

Célula parenquimática com função de reserva

*Solanum tuberosum*

Amido

Meristema

- A qual órgão da planta os termos podem ser associados?
- Organize os conceitos em ordem decrescente, do mais abrangente para os mais restritos e procure relacioná-los por meio de traços; em cada traço escreva um verbo de ligação.

2. Consulte o Manual.

- Para as plantas citadas abaixo, descreva a estrutura e as funções especiais apresentadas por suas raízes:

Cenoura

Árvore do manguezal

Cipó-chumbo

Filodendro

3. Os caules verdes realizam fotossíntese. Folhas reduzidas a espinhos evitam perda de água e herbivoria.

Mandioca

- Cactos apresentam folhas modificadas em espinhos. Como é realizada a fotossíntese por essas plantas? Por que os espinhos dos cactos podem ser considerados característica vantajosa para a sobrevivência dessas plantas?

- Em uma passagem pelo mercado, uma pessoa comprou: batata-inglesa, pepino, abóbora, macaxeira (aipim, mandioca), caju, tomates. Classifique os vegetais comprados.

5. Deve-se observar o arranjo dos feixes vasculares (xilema e floema) no caule.

- Imagine que, para identificar se uma planta é uma dicotiledônea ou uma monocotiledônea, você dispõe apenas de um corte histológico do caule, no qual é possível observar o sistema condutor. Ao analisar o corte no microscópio, o que você pode ver para identificar corretamente a classe da planta?

6. Não, pois os vasos lenhosos são células mortas.

- Podemos afirmar que as células do xilema, que transporta a seiva bruta, consomem grande quantidade de gás oxigênio? Justifique sua resposta.

7. Continuará na altura inicial, pois o crescimento da árvore ocorre pelas extremidades.

- Uma árvore jovem teve uma marca de tinta feita em seu caule a uma determinada altura. Depois de alguns anos, a árvore havia crescido em altura e espessura, mas a marca de tinta não havia se apagado. O que você acha que teria acontecido com a posição e o tamanho da marca? Justifique sua resposta.

4. A batata-inglesa é um caule; a macaxeira é uma raiz; o pepino, a abóbora e o tomate são frutos; o caju é um pseudofruto, sendo a castanha o fruto verdadeiro.

- teria permanecido na mesma altura do caule;
- estaria localizada acima ou abaixo da altura inicial;
- teria o mesmo tamanho;
- seria maior ou menor.

- O que determina o crescimento em espessura do caule aéreo de uma dicotiledônea?

8. O surgimento do câmbio interfascicular e do câmbio da casca.

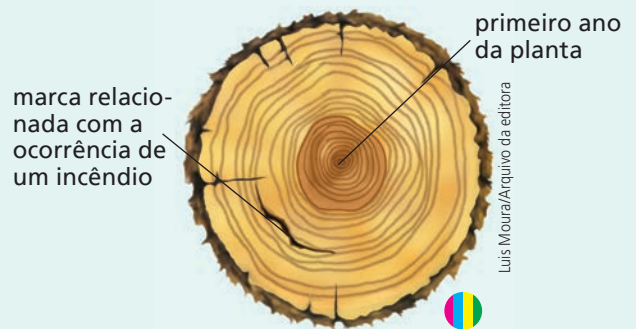
## Trabalhando com gráficos

9. Consulte o Manual.

- A madeira, quando vista em corte transversal, apresenta anéis concêntricos, chamados anéis de crescimento. Eles são mais evidentes em árvores de regiões de clima temperado, sendo possível distinguir anéis mais claros e mais escuros, mais finos ou mais espessos. No entanto, plantas de clima tropical também apresentam anéis de crescimento, com padrões ainda pouco estudados.

Quando a planta é jovem, seu ritmo de crescimento é mais intenso e com isso são produzidas células menores, em maior número. Assim, os anéis de crescimento geralmente estão mais próximos uns dos outros na região junto à medula. As camadas próximas ao câmbio da casca foram formadas no período de maturidade da árvore e apresentam células maiores – os anéis são mais distanciados.

As diferenças entre a cor e a espessura dos anéis também refletem variações nas condições climáticas ao longo do ano. Nas plantas de clima temperado, observa-se que o câmbio da casca produz células maiores na primavera e células menores no verão, reduzindo as atividades durante o inverno. Assim, forma-se uma banda mais clara (lenho formado na primavera) e uma banda mais escura (lenho formado no verão), que juntos constituem um anel. Cada anel representa um ano e assim é possível calcular a idade de uma árvore analisando o número de anéis de crescimento. Muitas outras informações podem ser obtidas a partir dos anéis de crescimento, como a ocorrência de um incêndio, por exemplo.

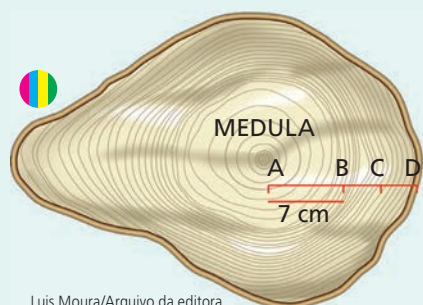


Vamos agora analisar um estudo realizado com uma árvore nativa da África conhecida no Brasil como "sete-copas" (*Terminalia ivorensis*).



Essa árvore apresenta crescimento rápido e por isso vem sendo utilizada para exploração de madeira, substituindo espécies nativas que precisam ser preservadas. Neste estudo foram analisados cortes da madeira para análise dos anéis de crescimento. O xilema secundário foi analisado em uma lupa e em microscópio, para medir o tamanho dos elementos do xilema nas diferentes regiões da madeira.

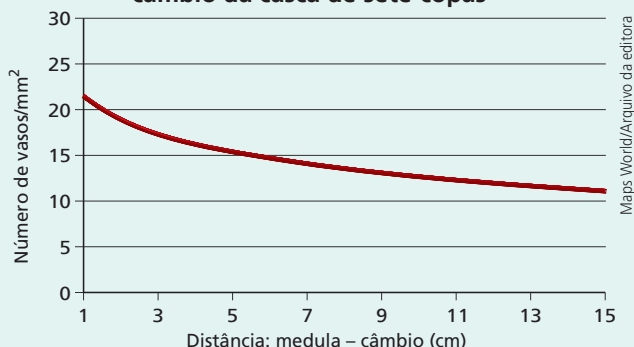
A figura a seguir mostra a análise do corte transversal da madeira de "sete-copas":



Luis Moura/Arquivo da editora

- Os autores da pesquisa comentaram que o tronco analisado apresentava "cerne e alburno indistintos", o que significa que não há diferença de cor entre essas duas regiões da madeira. Explique o que é o cerne e o alburno da madeira.
- O que é a medula, indicada por A?
- Observando o corte da madeira, o que se pode afirmar a respeito da distância entre os anéis de crescimento produzidos na fase jovem (trecho A – B) e na fase adulta (trecho C – D) da planta?
- Na análise dos resultados, os pesquisadores apresentaram em um gráfico a relação entre o número de vasos e a distância entre medula e câmbio da casca.

**Número de vasos e a distância entre medula e câmbio da casca de sete-copas**



Maps World/Arquivo da editora

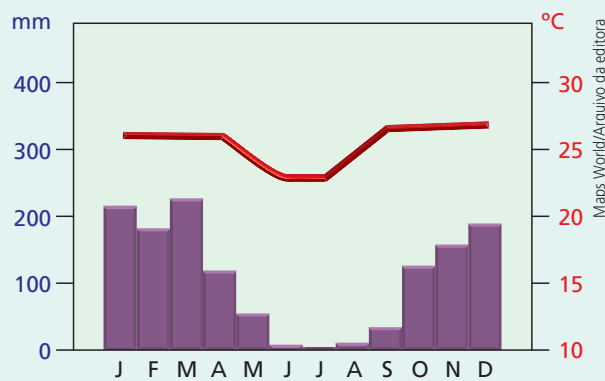
Fonte: URBINAH, C. V.; AZEVEDO, A. A.; SILVA, E. A. M.; LISBOA, P. L. B. Variação estrutural quantitativa no lenho de *Terminalia ivorensis* A. Chev., Combretaceae. *Acta Botanica Brasílica*. v. 17, n. 3, São Paulo. jul./set. 2003. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/abb/v17n3/17710.pdf>>. Acesso em: 06 abr. 2016.

O que se pode afirmar sobre a relação mostrada no gráfico? Escolha uma das opções abaixo e proponha uma explicação que justifique esse resultado.

- O número de vasos é maior junto à medula e vai diminuindo quanto maior a distância em relação à medula.
- O número de vasos é maior junto à casca da árvore e vai diminuindo quanto menor a distância em relação à medula.

10. O Cerrado ocupa cerca de 20% a 25% do território brasileiro, ocorrendo principalmente no Brasil Central. O gráfico a seguir é um climograma, que indica as principais condições climáticas de uma região: média de temperatura e índice de chuvas ao longo de um ano. Este climograma corresponde ao clima tropical típico, que é geralmente observado no Cerrado, caracterizando-se por uma estação seca prolongada e temperatura média anual em torno de 23°C.

**Climograma de região com clima tropical típico**



Fonte: AYOADE, J. *Folha de S. Paulo*. Difel, 1986.

10. a) As queimadas espontâneas têm maior ocorrência na estação seca. Analisando o gráfico, responda: que, de acordo com o climograma, vai de maio a setembro.
- Uma das características do Cerrado é a ocorrência natural de queimadas. Em qual época do ano as queimadas espontâneas, isto é, não provocadas pela ação humana, têm maiores chances de ocorrer? Justifique sua resposta.
  - Os xilopódios são estruturas encontradas em algumas plantas do Cerrado. O que são xilopódios?
  - Em algumas situações, os xilopódios podem emitir raízes. Essas raízes são classificadas como secundárias ou adventícias? Justifique sua resposta.
  - Os xilopódios são considerados adaptações de algumas plantas ao fogo que ocorre sazonalmente no Cerrado. Explique tal afirmação.

10. d) Na evolução de algumas plantas, a presença de xilopódio representou uma vantagem na sobrevivência em um ambiente caracterizado por queimadas sazonais.

## Ciência, Tecnologia e Sociedade

11. Respostas pessoais.

11. Sugestão de atividade de pesquisa, que pode ser feita em equipe:

- Faça um levantamento do uso da madeira na região onde você mora, detalhando as plantas que são mais utilizadas para cada fim. Você pode entrevistar pessoas envolvidas na fabricação de móveis, canoas etc.
- Investigue se esse uso está ou não comprometendo o ecossistema da região e se alguma das espécies utilizadas encontra-se sob risco de extinção. Depois, discuta com seus colegas de equipe possíveis medidas para a preservação da vegetação local.

12. Diversas plantas produzem substâncias que são utilizadas pelo ser humano com finalidade medicinal. Um dos exemplos mais antigos é o ácido acetilsalicílico, medicamento usado contra dor e febre que foi isolado a partir de salicilatos, presentes na casca do tronco e em folhas de determinadas plantas, como o salgueiro. Há registros do uso de partes de salgueiro para tratar dor e febre no Egito Antigo; milênios depois, a substância com ação medicinal foi identificada e isolada, permitindo sua produção em larga escala. No Brasil, ocorrem muitas espécies de plantas medicinais. Reúna-se com seus colegas e escolham uma dessas plantas para saber mais a respeito. Depois, apresentem um breve seminário relatando os seguintes aspectos: 12. Consulte o Manual.

- onde ocorre a planta;
- qual é o seu uso pela medicina popular;
- se os princípios ativos dessa planta foram isolados e pesquisados pela Ciência;
- quais são os benefícios e os riscos do consumo de chás e partes de plantas sem orientação médica.

## Questões do Enem e de vestibulares

13. (Unesp) O cipó-chumbo é um vegetal que não possui raízes, nem folhas, nem clorofila. Apresenta estruturas especiais que penetram na planta hospedeira para retirar as substâncias de que necessita para viver. Por sua forma de vida, o cipó-chumbo é considerado um holoparasita. Uma outra planta, a erva-de-passarinho, é considerada um hemiparasita e, embora retire das plantas hospedeiras água e sais minerais, possui folhas e clorofila.

15. Fruto é um termo técnico e corresponde ao desenvolvimento do ovário da flor, normalmente após a fecundação. Fruta é um termo popular, podendo fazer referência a um fruto, como a laranja e a manga, ou a um pseudofruto, como a maçã e o abacaxi. Os frutos normalmente contêm sementes, que podem germinar e dar origem a novas plantas, fato importante para a diversificação das angiospermas.

13. b) Os haustórios do cipó-chumbo invadem os vasos liberianos do floema; as raízes da erva-de-passarinho invadem os vasos lenhosos do xilema, por onde passa a seiva bruta.

Considerando essas informações, responda:

- Pelo fato de o cipó-chumbo ser holoparasita, que tipo de nutriente ele retira da planta hospedeira para sua sobrevivência? Justifique sua resposta. 13. a) Seiva elaborada, que contém água e glicose (matéria orgânica).
  - Quais estruturas das plantas hospedeiras são “invadidas” pelo cipó-chumbo e pela erva-de-passarinho, respectivamente? Justifique sua resposta.
14. (Enem-2014) Uma região do Cerrado possui lençol freático profundo, estação seca bem marcada, grande insoalação e recorrência de incêndios naturais. Cinco espécies de árvores nativas, com as características apresentadas no quadro, foram avaliadas quanto ao seu potencial para uso em projetos de reflorestamento nessa região.

| Característica | Superfície foliar    | Profundidade das raízes |
|----------------|----------------------|-------------------------|
| Árvore 1       | Coberta por tricomas | Baixa                   |
| Árvore 2       | Coberta por cera     | Alta                    |
| Árvore 3       | Coberta por cera     | Baixa                   |
| Árvore 4       | Coberta por espinhos | Baixa                   |
| Árvore 5       | Coberta por espinhos | Alta                    |

Qual é a árvore adequada para o reflorestamento dessa região?

- 1
- 2 14. b
- 3
- 4
- 5

15. (Unesp) “Fruto ou Fruta? Qual a diferença, se é que existe alguma, entre ‘fruto’ e ‘fruta’?”.

A questão tem uma resposta simples: fruta é o fruto comestível. O que equivale a dizer que toda fruta é um fruto, mas nem todo fruto é uma fruta. A mamona, por exemplo, é o fruto da mamoneira. Não é uma fruta, pois não se pode comê-la. Já o mamão, fruto do mamoeiro, é obviamente uma fruta.

(Veja, 04.02.2015. Adaptado.)

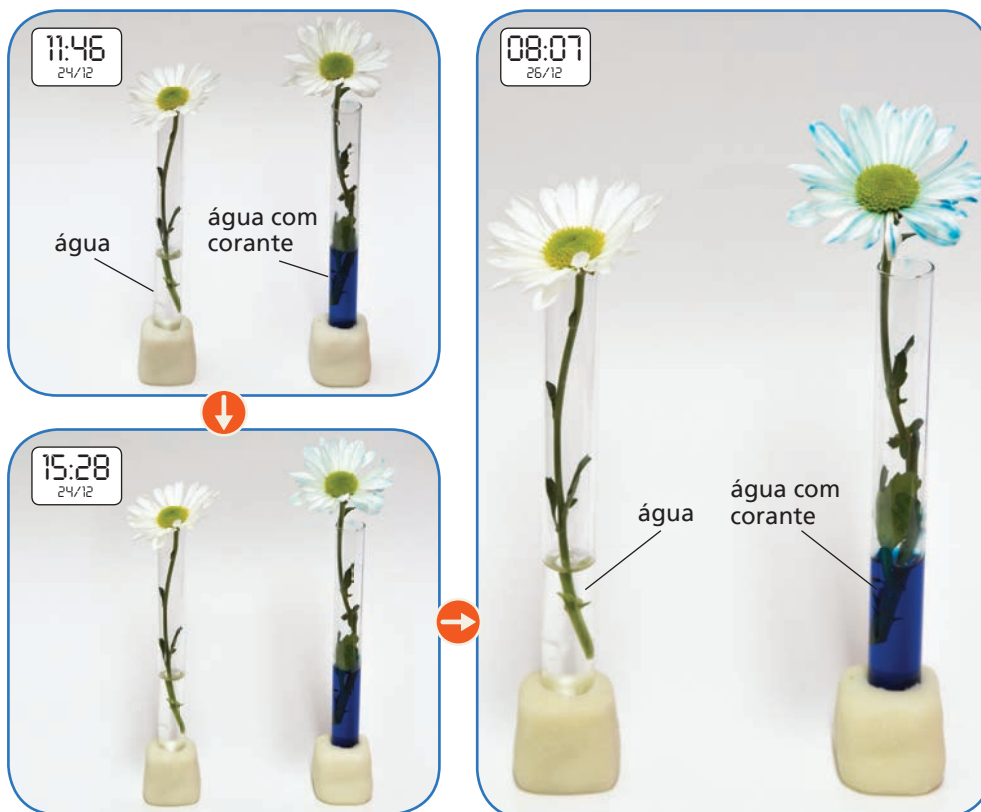
O texto faz um contraponto entre o termo popular “fruta” e a definição botânica de fruto. Contudo, comete um equívoco ao afirmar que “toda fruta é um fruto”. Na verdade, frutas como a maçã e o caju não são frutos verdadeiros, mas pseudofrutos. Considerando a definição botânica, explique o que é um fruto e porque nem toda fruta é um fruto. Explique, também, a importância dos frutos no contexto da diversificação das angiospermas.

## 1 Transpiração e transporte de seiva bruta

Você sabe que a água e os sais minerais entram na planta pela região pilífera da raiz. A região pilífera tem, assim, função de **absorção**.

Essa mistura de água e sais minerais corresponde à seiva bruta que alcança os vasos lenhosos e é conduzida até as folhas, passando pelo caule.

Mesmo sem as raízes, o transporte de seiva pode ser observado.



Fotos: Thiago Oliver/Acervo do fotógrafo

➤ Demonstração da **subida de água com corante pelo caule**. A sequência de fotos mostra o que aconteceu com o crisântemo de pétalas brancas quando mergulhado em água e em corante alimentício azul. Em cerca de 3 horas, já era possível observar o corante azul nas pétalas brancas.

SUGESTÃO  
DE ATIVIDADE

Diversos mecanismos asseguram a subida da seiva bruta pelos vasos lenhosos. Os vasos lenhosos formam tubos muito finos, e, em razão do seu diminuto diâmetro, ocorre o fenômeno da **capilaridade**: quanto mais fino é o tubo, maior é a quantidade de água que sobe espontaneamente por ele.

No entanto, apenas por capilaridade a água não subiria mais do que alguns centímetros e não chegaria às folhas e aos ramos mais distantes. Há outro fator que atua como principal mecanismo que explica a subida da seiva bruta pelo xilema.





## ATIVIDADE PRÁTICA

### O que conduz a seiva em direção às folhas?

Com o procedimento a seguir, você poderá observar, em um intervalo relativamente curto de tempo, a subida da água pelos vasos condutores de uma planta. Isso será possível pela aplicação de um corante à água; a planta escolhida é o salsaõ ou aipo, que possui caule translúcido.

#### Material necessário

- Ramo de salsaõ ou aipo;
- um copo com água;
- corante alimentício;
- conta-gotas;
- colher ou palito de madeira;
- lupa de mão (lente de aumento).

b) Xilema: tecido formado por vasos lenhosos, constituídos por células mortas de espessas paredes.

a) Sim. O sentido da condução da seiva contendo água e corante é da base do caule para o ápice, onde estão as folhas.

c) A vaselina é uma pasta de textura oleosa, que impede as trocas gasosas entre a superfície foliar e o ar. Desse modo, reduz-se a transpiração foliar e o resultado esperado é que a subida da seiva em direção às folhas seja prejudicada. Havendo condições, os alunos podem realizar esse teste e verificar o resultado, propondo explicações para o que for observado.

#### ALERTA

A atividade deve ser feita apenas sob a supervisão do professor.

#### Procedimentos

1. Seu professor entregará a você um ramo caulinar de salsaõ ou aipo, com um corte transversal no caule. Observe a estrutura interna do caule, com auxílio da lupa.
2. Adicione algumas gotas de corante à água e misture com a colher ou o palito de madeira.
3. Mergulhe a base do salsaõ na água com corante, conforme mostra a foto ao lado.
4. Aguarde cerca de 20 minutos e observe. Registre no caderno o que for observado.
5. Solicite ao professor que corte uma fatia transversal do salsaõ. Observe o interior do caule. Esquematize no caderno o que for observado. *Veja no Manual o resultado esperado.*

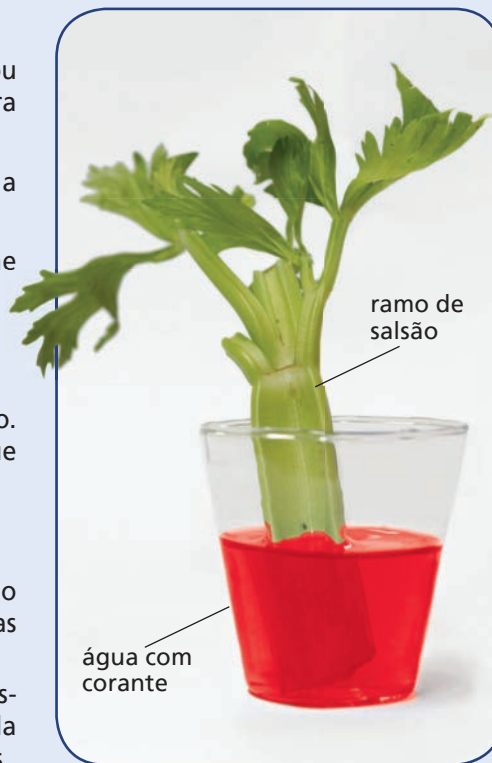
#### Interpretando os resultados

- a. Com o que foi observado, é possível afirmar qual é o sentido de condução, na planta, da água e substâncias nela dissolvidas (como o corante)? Justifique sua resposta.
- b. Com base no que você estudou no capítulo anterior sobre histologia vegetal, identifique qual é o tecido responsável pela condução da água e descreva suas principais características.
- c. O que você esperaria observar se fosse aplicada uma camada de vaselina na superfície das folhas, antes de mergulhar o salsaõ na água? Justifique sua resposta.

#### Indo além

- Reúna-se com os colegas e tentem elaborar um modelo que explique o transporte de água da base do ramo caulinar do salsaõ até as folhas. Esse modelo deve considerar o processo em nível microscópico. Em seguida, elaborem um procedimento experimental que permita verificar a validade do modelo proposto por vocês.
- A sumaúma, espécie amazônica, é uma das maiores árvores do Brasil, podendo atingir 70 m de altura. Consultem livros e sites de divulgação científica para compreender como é o transporte de água da raiz até as folhas em árvores de grande porte e, no caderno, comparem com esse transporte no salsaõ.

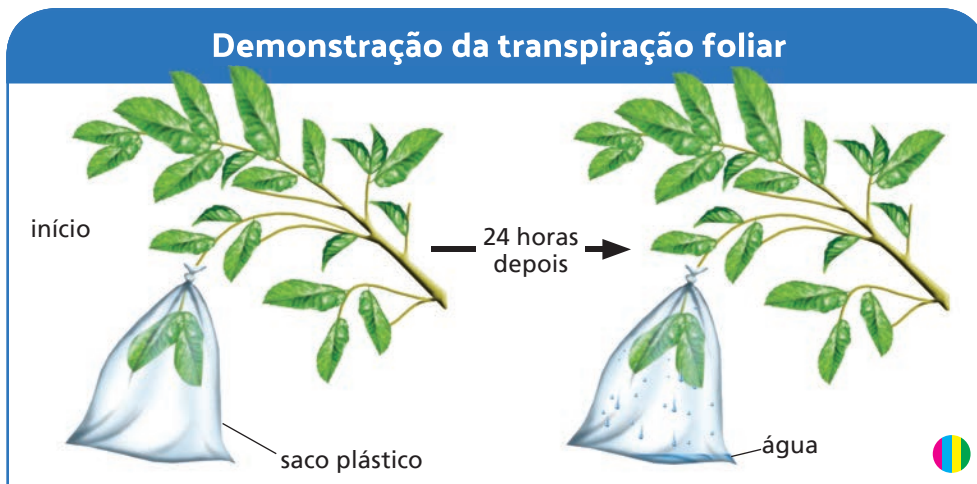
*Veja comentários no Manual a respeito das atividades propostas em Indo além.*



Thiago Oliver/Acervo do fotógrafo

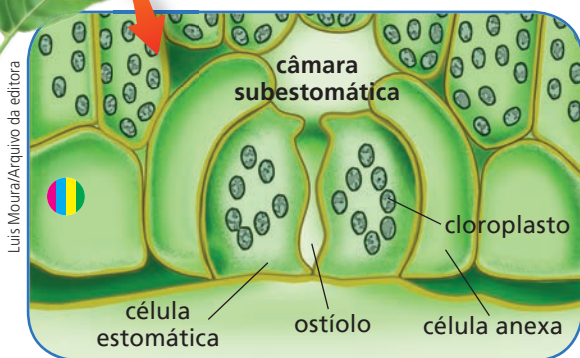
Para compreender o transporte de seiva nas plantas, observe inicialmente as figuras a seguir.

➤ Esquema ilustrando uma demonstração da **transpiração foliar**. Houve liberação de vapor de água pelas folhas; o vapor sofreu condensação nas paredes internas do saco plástico.



Luis Moura/Arquivo da editora

DIVULGAÇÃO PNLD



➤ Esquema ilustrando corte transversal em epiderme inferior da folha, na região de um **estômato**.

Geralmente, a água é liberada pelas folhas sob a forma de vapor e a esse fenômeno dá-se o nome de **transpiração**. No saco plástico da demonstração ilustrada acima, o vapor de água se condensou na superfície interna do plástico e, por isso, você pode observar água sob a forma líquida (gotas).

A transpiração foliar exerce uma força de sucção de água no interior dos vasos lenhosos: a água é “puxada” dentro do xilema, na direção das folhas, uma vez que elas estão perdendo água na forma de vapor.

A transpiração que ocorre através dos **estômatos** chama-se **estomática**. Além dela, ocorre também transpiração cuticular, que é a perda de vapor de água através da cutícula e que tem intensidade muito menor que a transpiração estomática.

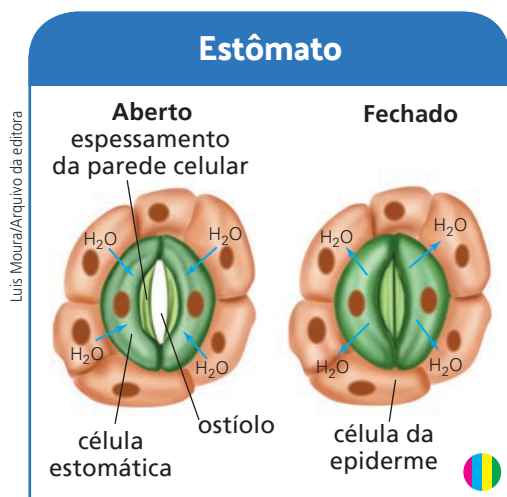
Um estômato é formado por duas células estomáticas – as únicas da epiderme que possuem cloroplastos –, duas ou várias células anexas e o **ostíolo** (poro).

Como as células estomáticas realizam fotossíntese, açúcares acumulam-se em seu citoplasma, o que aumenta a concentração interna dessas células. Por osmose, a água passa das células anexas para as células estomáticas, que aumentam de volume e sofrem distensão da parede celular. Como resultado, ocorre a abertura do ostíolo.

Enquanto o estômato está aberto, há passagem de vapor de água para fora da folha, liberação de gás carbônico e captação de gás oxigênio.

Os carboidratos solúveis produzidos pelas células estomáticas transformam-se em amido, que é insolúvel em água. Assim, a concentração osmótica das células estomáticas diminui e elas perdem água por osmose, fechando-se o ostíolo.

Existem mecanismos de controle da transpiração estomática, como a disponibilidade de água para a planta e a intensidade da luz, que determina a intensidade da fotossíntese nas células estomáticas. O que vimos aqui está muito simplificado, pois a regulação da abertura e do fechamento dos estômatos é um processo complexo, e diversos outros fatores estão envolvidos em sua regulação.



➤ Esquema comparando o **estômato** aberto e fechado, em vista frontal.

Luis Moura/Arquivo da editora

## 2 Fotossíntese e transporte de seiva elaborada

A água absorvida pelas raízes e o gás carbônico que entra na planta através dos estômatos chegam ao parênquima assimilador das folhas, onde ocorre a fotossíntese.

A matéria orgânica produzida por fotossíntese nas folhas é transportada para todas as partes da planta pelos vasos do floema, por um processo que ficou conhecido como **translocação**.

As forças que atuam nesse transporte são decorrência da osmose. Nas folhas, com a produção de carboidratos solúveis, como a glicose e a sacarose, a concentração das soluções torna-se alta. Nos locais de consumo ou nos tecidos de reserva, como nas raízes, a concentração de carboidratos solúveis é baixa.

Pela diferença de concentração entre os tecidos das folhas e os das outras partes da planta, cria-se uma pressão osmótica que promove a translocação da seiva elaborada para essas regiões, que necessitam de carboidratos, mas não os produzem.



### ATENÇÃO

Os caules jovens, ainda verdes, e os caules modificados como os dos cactos possuem células clorofiladas e realizam fotossíntese.

A glicose e a sacarose são carboidratos solúveis em água. O amido é um carboidrato insolúvel em água, não contribuindo para o aumento da concentração osmótica das células que acumulam essa substância.

## 3 Fotossíntese e respiração

As plantas realizam respiração aeróbia, um conjunto de reações que ocorre dentro das células vivas, através do qual a matéria orgânica reage com gás oxigênio, liberando energia, além de água e gás carbônico.

Assim, as plantas produzem, por fotossíntese, a matéria orgânica que será consumida pela respiração de todas as suas células vivas, dia e noite. Com a energia liberada, as plantas produzem novos materiais e promovem seu crescimento.

Se a fotossíntese e a respiração ocorressem sempre na mesma intensidade, toda a matéria orgânica produzida seria consumida pela respiração, não havendo excedentes. Como resultado, a planta não cresceria e não formaria órgãos de reserva.

A taxa de respiração de uma planta não sofre influência da luz, sendo praticamente constante durante o dia e a noite. A taxa de fotossíntese, por sua vez, varia de acordo com a intensidade luminosa do ambiente. Chamamos **ponto de compensação fótica** o valor de intensidade da luz no qual o açúcar e o oxigênio resultantes da fotossíntese são consumidos, na mesma proporção, pela respiração da planta, e que os produtos da respiração – gás carbônico e água – são utilizados na fotossíntese.

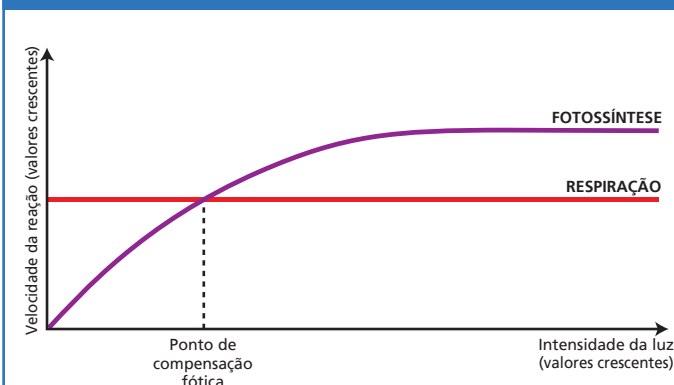
No ponto de compensação fótica, a planta está em equilíbrio energético.

Para que haja crescimento, a planta deve ultrapassar o seu ponto de compensação fótica durante o dia. Se isso não acontecer, a planta não terá condições de produzir a matéria orgânica utilizada nos períodos em que a fotossíntese não é intensa ou não ocorre; não terá também condição de armazenar materiais.

- ✓ Modelo de gráfico relacionando a **velocidade dos processos de fotossíntese e respiração com a intensidade luminosa**.

Quando a taxa de fotossíntese iguala-se à taxa de respiração, temos um valor de intensidade da luz que chamamos ponto de compensação fótica.

### Efeito da intensidade da luz nas taxas de fotossíntese e respiração



Maps World/Arquivo da editora



Fonte consultada a respeito da erva-mate:  
ANDRADE, F. M. *Avaliação de biomassa, clorofila, cafeína e tanino em Ilex paraguariensis Saint-Hilaire, crescendo sob sombreamento e pleno sol*. Dissertação, Univ. Federal do Paraná, Curitiba, 2004. Disponível em: <[http://www.floresta.ufpr.br/pos-graduacao/defesas/pdf\\_ms/2004/d382\\_0505-M.pdf](http://www.floresta.ufpr.br/pos-graduacao/defesas/pdf_ms/2004/d382_0505-M.pdf)>. Acesso em: 07 abr. 2016.

AGE Fotostock/Grupo Keystone



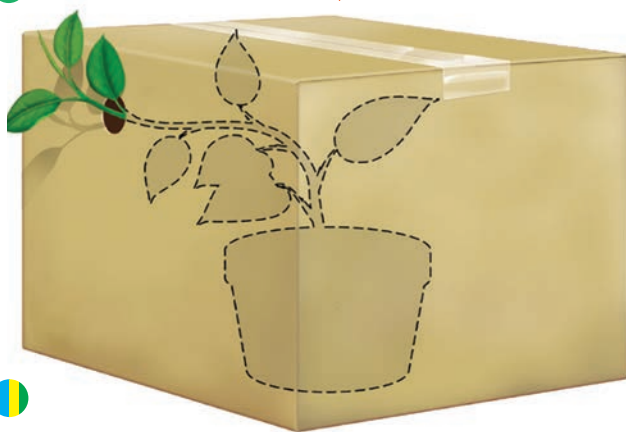
➤ **Erva-mate:** a planta se desenvolve melhor em ambiente sombreado. Seu ponto de compensação fótica é relativamente baixo.

### Demonstração: fototropismo

A



B



➤ Esquema de demonstração do **fototropismo**. Uma planta é colocada em ambiente escuro (caixa) com apenas um orifício para entrada de luz (A). A planta cresce dentro da caixa, em direção à luz (B).

O valor do ponto de compensação fótica varia de espécie para espécie. Plantas que crescem em ambientes sombreados, as **plantas de sombra**, têm ponto de compensação fótica baixo, enquanto **plantas de sol** têm ponto de compensação fótica elevado.

## 4 Movimentos

### 4.1 Tropismos

Embora as plantas não se locomovam, realizam diversos tipos de movimentos. Esses movimentos normalmente são realizados como respostas a estímulos provenientes do ambiente.

Veja ao lado o que pode ocorrer a uma planta colocada em uma caixa contendo um único orifício, por onde entra luz.

Como você pode ver, o caule se move na direção da luz. Trata-se de movimento causado e orientado por um estímulo externo (luz), mas não ocorre locomoção ou deslocamento da planta. Movimentos desse tipo, orientados pelo estímulo, mas nos quais não ocorre locomoção, são chamados **tropismos**.

Os tropismos recebem nomes de acordo com o estímulo que causa o movimento. Assim, o exemplo ao lado é um caso de **fototropismo**, pois o estímulo que determinou e orientou o movimento foi a luz.

Como a planta se movimentou (*tropos* = direção) em direção à luz (*foto* = luz), dizemos que o fototropismo foi positivo. É assim que normalmente ocorre com as partes aéreas da planta (caules e folhas). As raízes, ao contrário, costumam ter fototropismo negativo.

As raízes têm, no entanto, **geotropismo** positivo, isto é, dirigem-se ao solo, estimuladas pela gravidade.

Além do geotropismo positivo, as raízes costumam apresentar também **hidrotropismo** positivo, movimentando-se em direção à água.

O movimento orientado pela água (*hidro* = água) é positivo na raiz e negativo no caule, o mesmo acontecendo no caso do movimento orientado pela gravidade da Terra (*geo* = Terra).



## ATIVIDADE PRÁTICA

**! ALERTA**  
A atividade deve ser feita apenas sob a supervisão do professor.

### Qual é a influência da gravidade da Terra no crescimento da raiz?

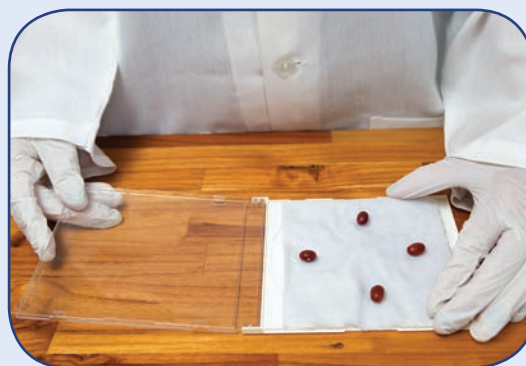
Reúna-se com sua equipe e conversem a respeito da seguinte questão: como vocês fariam para verificar experimentalmente a influência da atração gravitacional da Terra no crescimento de uma raiz? Que cuidados seriam fundamentais para garantir a validade do teste? Esquematizem como seria esse teste e quais os resultados esperados. Em seguida, vocês podem realizar os procedimentos aqui sugeridos.

#### < Material necessário >

- Sementes previamente embebidas em água (ex.: feijão);
- um estojo plástico para CD com tampa transparente;
- papel toalha ou papel-filtro;
- água;
- conta-gotas;
- massa de modelar;
- prato ou bandeja.

#### < Procedimentos >

1. As sementes devem ser previamente embebidas em água, por no mínimo 2 horas. Escolham 4 sementes em bom estado.
2. Forrem o interior do estojo para CD com o papel toalha ou papel-filtro. Disponham as sementes no interior do estojo, sobre o papel, conforme indicado na imagem ao lado. Cada semente deve estar em uma posição diferente. No caso do feijão, pode-se utilizar a posição do hilo (pequena parte branca externa da semente) como referência.
3. Cuidadosamente, umedeçam o papel com água, sem encharcar.
4. Fechem a tampa do estojo para CD, o que deve fixar as sementes em suas posições.
5. O estojo contendo as sementes deve ser posicionado de modo que fique perpendicular à superfície da mesa. Para isso, utilizem a massa de modelar, fixando-o ao prato ou bandeja.
6. Coloquem a montagem em local escuro.
7. Diariamente, adicionem um pouco de água no interior do estojo, com auxílio do conta-gotas, para umedecer o papel. Anotem o que for observado. Repitam o procedimento durante 10 dias.



Thiago Oliver/Acervo do fotógrafo

#### < Interpretando os resultados >

- a. Recorde-se do que estudou a respeito da germinação e responda: qual é a importância da embebição das sementes antes do teste?
- b. Por que foi recomendado colocar a montagem em local escuro?
- c. De qual região da semente emerge a raiz?
- d. Quais foram os resultados obtidos e como você os explica?

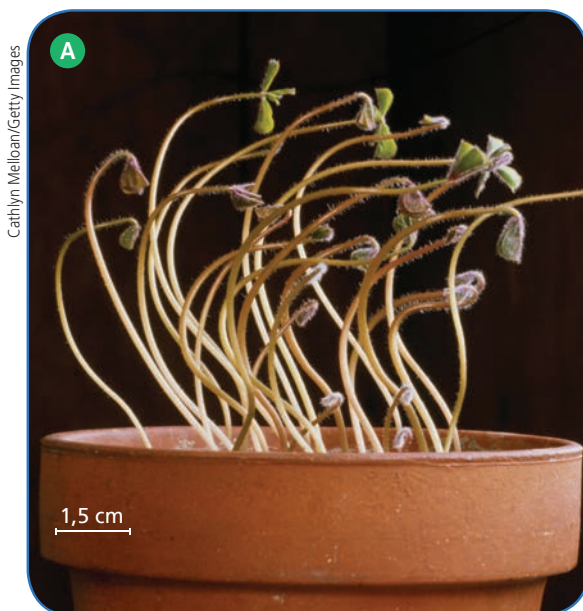
a) A embebição é a etapa inicial da germinação.  
b) Para o fator luz não interferir nos resultados.  
c) Hilo (no caso da semente de feijão).  
d) Resposta pessoal. Veja comentários no Manual.

#### < Indo além >

- Comparem o teste aqui proposto com o experimento elaborado por sua equipe no início da atividade. Quais são as semelhanças e as diferenças entre eles? O que cada teste permite concluir? *Respostas pessoais.*
- O que é a gravidade da Terra? Utilize seus conhecimentos de Física para responder.
- Se o teste fosse realizado em ambiente com gravidade zero, o que você esperaria observar como resultado? Por quê? *Consulte o Manual a respeito das duas últimas questões.*

## Fototropismo e geotropismo: processos regulados por auxinas

Veja nas imagens a seguir os efeitos do fototropismo positivo do caule (A) e do geotropismo positivo da raiz (B).



^ A fotografia mostra o resultado do **fototropismo positivo** do caule de plantas expostas a uma fonte unilateral de luz.



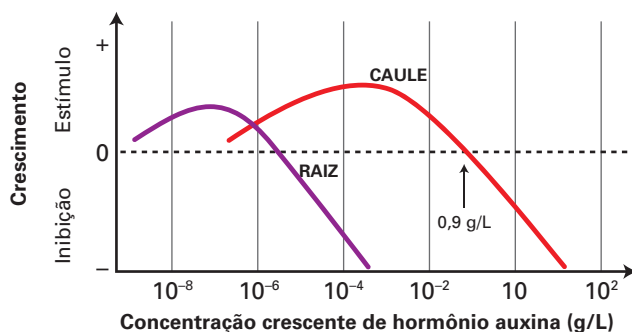
^ Independentemente da posição em que as sementes foram colocadas, as raízes crescem para baixo, por ação do **geotropismo positivo** da raiz.

Os movimentos da planta em resposta a estímulos de luz ou à gravidade são resultado da ação de hormônios vegetais chamados **auxinas**.

As auxinas são produzidas pelas células da gema apical do caule e por folhas jovens. São transportadas, portanto, no sentido ápice → base (raiz) da planta. As auxinas atuam nas células vegetais promovendo seu alongamento. Como consequência, ocorre o crescimento da planta.

Células do caule têm o seu alongamento promovido por altas concentrações de auxina; já as células de raiz necessitam de baixas concentrações desse hormônio para que ocorra o alongamento, que deixa de acontecer quando a concentração é mais elevada.

### Efeito da concentração de auxina no crescimento do caule e da raiz

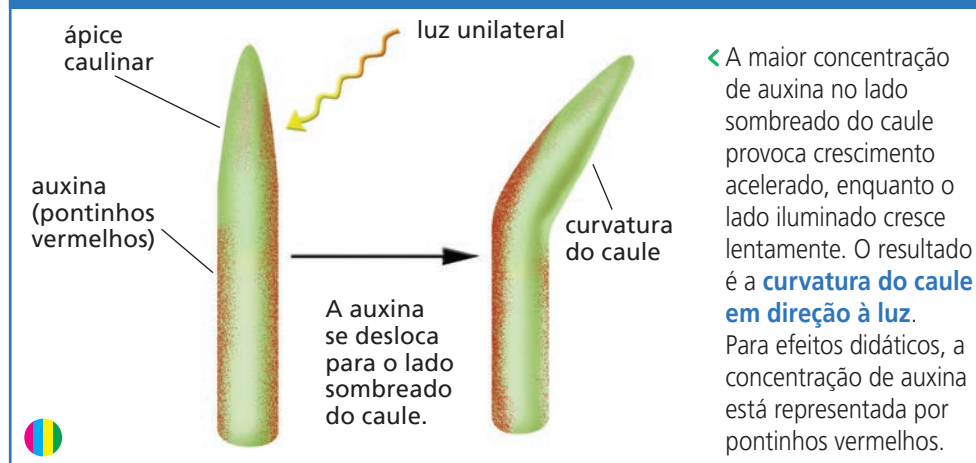


Veja no gráfico ao lado os efeitos da auxina no crescimento de raízes e caules, em comprimento. Observe que baixas concentrações de auxina (ex.:  $10^{-8}$  g/L) estimulam o crescimento da raiz, mas não têm efeito no caule. Uma concentração maior de auxina (ex.:  $10^{-4}$  g/L) estimula o caule, mas inibe o crescimento da raiz. A partir de certa concentração (no gráfico = 0,9 g/L), o crescimento da planta fica inibido em todas as partes.



A diferença de concentração da auxina pode ser causada pelo efeito da luz ou da gravidade da Terra. É a auxina e sua distribuição pelos órgãos da planta que explicam, portanto, o fototropismo e o geotropismo, como você pode observar nos esquemas a seguir.

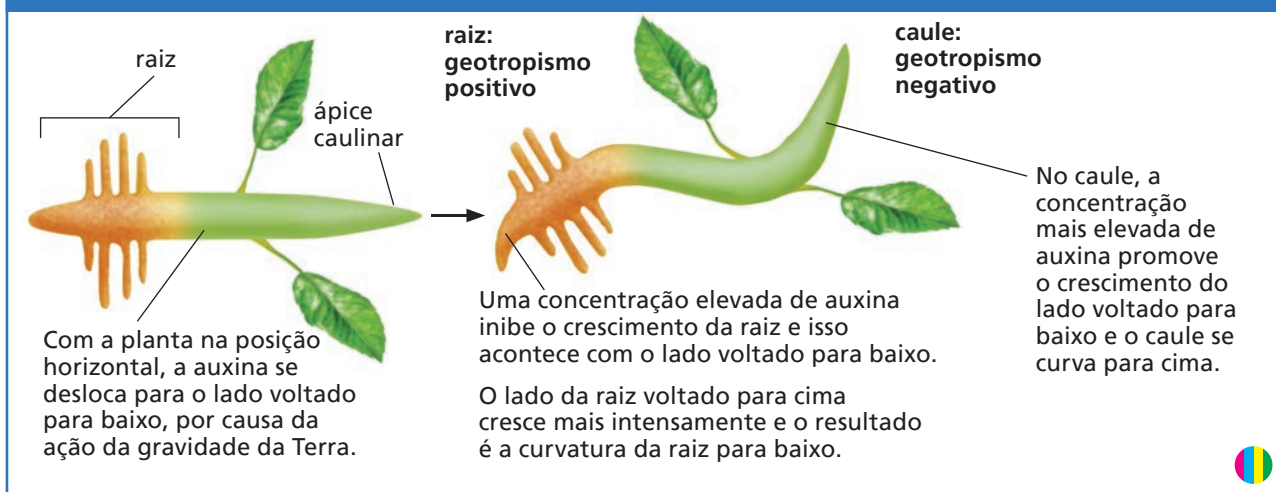
### Fototropismo positivo do caule



Luis Moura/Arquivo da editora

✓ Esquema ilustrando o **geotropismo** no caule e na raiz de uma planta hipotética.

### Geotropismo



Luis Moura/Arquivo da editora

Veja agora outro caso de tropismo.

Você sabe que as gavinhas são filamentos enrolados, que representam modificações de caule ou de folhas. Elas enrolam-se em razão de um estímulo causado pelo contato com o suporte. Esse tipo de tropismo, provocado por estímulo mecânico, é chamado **tigmotropismo**. É também por tigmotropismo que as trepadeiras enrolam-se nas hospedeiras.



Sônia Oddi/Other Imagern



#### PENSE E RESPONDA

Reveja os registros que você fez da atividade prática sugerida na página 133 e corrija-os ou complemente-os com base no que estudou aqui.

Resposta pessoal.

◀ Observe na fotografia que as gavinhas de chuchu enrolam-se no fio de arame: resultado do **tigmotropismo**.

## 4.2 Nastismos

Você já ouviu falar de algumas flores que só se abrem ao anoitecer? E de outras cujas pétalas se abrem quando são iluminadas?

Nesses casos, o estímulo é a luz, mas o movimento é sempre o mesmo: abrir ou fechar as pétalas. Movimentos como esses, causados por um estímulo, mas não orientados por ele, chamam-se **nastismos**.

Veja agora, nas imagens a seguir, dois outros exemplos de nastismos ocorridos como resposta ao toque.

➤ A folha da **planta carnívora** do gênero *Dionaea* apresenta duas metades articuladas e se fecha como resposta ao toque. O movimento da folha resultou aqui na captura de uma mosca. A folha mede cerca de 3 cm de comprimento.



➤ A planta *Mimosa pudica*, conhecida como **sensitiva** ou **dormideira**, apresenta um curioso caso de nastismo. A folha (na verdade, um filódio), composta por diversos folíolos, se fecha rapidamente quando é tocada.



Fotos: Fabio Colombini/Acervo do fotógrafo

Fotos: Fabio Colombini/Acervo do fotógrafo

## 5 Outros hormônios vegetais

Além das auxinas, existem outros grupos de **hormônios vegetais**. Hormônios são substâncias encontradas sempre em baixas concentrações; são produzidos em um determinado local do organismo e atuam em outro, desencadeando um efeito.

O termo “grupo” foi usado porque há vários compostos químicos que realizam a mesma função na planta. As auxinas, por exemplo, formam um grupo com dezenas de fórmulas químicas diferentes já identificadas em plantas, além daquelas sintetizadas em laboratório. Conheça um pouco sobre os outros hormônios vegetais na tabela abaixo.

| Principais grupos de hormônios vegetais |                                                          |                                                                                                              |
|-----------------------------------------|----------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Hormônio                                | Local de produção                                        | Algumas funções                                                                                              |
| Citocinina                              | Raízes, embriões e frutos                                | Crescimento e desenvolvimento da raiz; estimula a divisão celular (citocinese) nas células vegetais.         |
| Giberelina                              | Gema apical do caule e da raiz, folhas jovens e embriões | Germinação da semente, alongamento do caule, formação de flores e frutos.                                    |
| Ácido abscísico                         | Folhas, caule e raiz                                     | Inibição do crescimento e indução à dormência quando a planta está sob condições desfavoráveis (frio, seca). |
| Etileno                                 | Frutos em amadurecimento, folhas velhas                  | Amadurecimento de frutos.<br>Obs.: O etileno é um gás. Ele pode se difundir entre os frutos pelo ar.         |



SUGESTÃO  
DE ATIVIDADE

A clorofila **a** ocorre em praticamente todos os seres fotossintetizantes. Outros pigmentos, como a clorofila **b**, captam a energia solar e a transferem para a clorofila **a**.

## A luz e a fotossíntese

O texto afirma que a fotossíntese ocorre em presença de luz solar. Mas será que uma planta realiza fotossíntese quando exposta a outros tipos de luz?

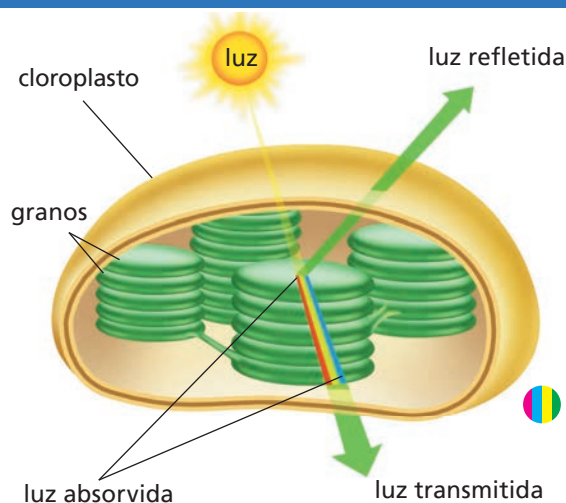
A luz solar é uma forma de energia transmitida por ondas eletromagnéticas. Sua cor é a somatória de diferentes comprimentos de onda, medidos em nanômetros. Alguns comprimentos de onda são visíveis pelo olho humano, sendo percebidos como cores, enquanto outros comprimentos de onda não são detectados pelo olho humano, tais como ultravioleta, infravermelho, micro-ondas e raios X.

Os pigmentos responsáveis pela fotossíntese conseguem absorver apenas determinados comprimentos de onda e assim desencadear o processo. Os comprimentos de onda absorvidos não podem ser detectados por nós. Assim, quando olhamos para uma folha de cor verde, estamos enxergando apenas aqueles comprimentos de onda que não foram absorvidos e sim refletidos, no caso, o verde.

Cada tipo de clorofila absorve melhor um determinado valor de comprimento de onda. A clorofila **a**, por exemplo, ativa-se na presença dos comprimentos de onda correspondentes ao azul, violeta e vermelho, refletindo o verde. A clorofila **b** ativa-se quando absorve o azul e o laranja, refletindo a faixa de comprimentos de onda que vai do verde ao amarelo.

Assim, a luz solar contém os comprimentos de onda que ativam as clorofilas. Uma planta exposta a uma luz composta apenas por comprimentos de onda que correspondem ao verde, por exemplo, não conseguiria realizar fotossíntese.

### Luz e cloroplasto



Luís Moura/Arquivo da editora

Esquema mostrando que a **luz é absorvida pelos grânulos do cloroplasto** (representado em corte), em que está a clorofila, mas os comprimentos de onda correspondentes ao verde não são absorvidos, e sim refletidos. É por isso que, aos nossos olhos, as folhas são verdes.

## Gutação

Além da transpiração, nas plantas pode ocorrer desprendimento de água em gotículas. Esse fenômeno tem o nome de **gutação** e ocorre geralmente nas pontas das nervuras das folhas, notadamente quando o ar está saturado de vapor de água. Na verdade, não é apenas água da planta, mas sim o excesso de seiva bruta que é liberado na gutação. Assim, a planta libera também um pouco de sais minerais.

A gutação não ocorre em todas as plantas, mas em algumas espécies de angiospermas, geralmente de pequeno porte, que vivem em regiões de solo e atmosfera muito úmidas. Elas têm estruturas em suas folhas, os **hidatódios**, que são estômatos modificados que permane-

cem abertos propiciando a saída da seiva bruta da folha. Nessas plantas, a seiva bruta é impulsionada até os hidatódios pela pressão positiva da raiz, que realiza transporte ativo de minerais para dentro de seus tecidos; assim, a água é absorvida por osmose.

São dois, portanto, os processos através dos quais a folha perde água:

- transpiração – sob a forma de vapor;
- gutação – sob a forma líquida, em gotículas.



Fabio Colombini/Acervo do fotógrafo

> **Gutação** em folha de morangueiro.





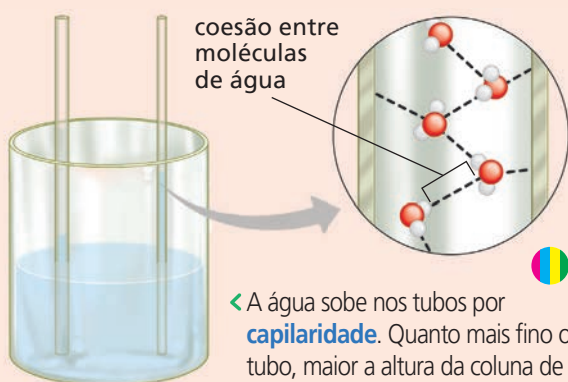
## 1 Um modelo físico para entender um fenômeno fisiológico

Em uma planta vascular, como a seiva bruta vence a força gravitacional da Terra e sobe pelo xilema? Essa questão é especialmente intrigante se pensarmos em árvores de grande porte, algumas das quais chegam a ultrapassar os 100 metros de altura.

As condições de transporte de água no interior de uma planta diferem muito das condições de transporte em canos e similares. Nestes, a água não pode ser elevada, por aspiração, a mais de 10 metros de altura. Assim, quando utilizamos uma bomba aspirante para retirar água de um poço, ela retira o ar que está dentro do cano (tubo), tornando a pressão atmosférica praticamente nula ali; a pressão atmosférica externa, agindo sobre a água no fundo do poço, faz com que ela suba pelo cano, dentro do qual a pressão se torna desprezível. Nessas condições, a água pode ser elevada a, no máximo, cerca de 10 metros, altura em que a pressão atmosférica pode manter uma coluna de água, ao nível do mar. Acima desse nível, a coesão da água rompe-se e a coluna de água não pode ser mantida. Esse é um dado válido para a água comum, que circula dentro de canos relativamente largos e de superfície interna áspera. No entanto, não se aplica à água pura ou a soluções perfeitas, no interior de vasos extremamente finos e de superfície interna lisa, como é o caso das condições de transporte no interior dos tecidos condutores das plantas, que possuem vasos extremamente finos. Em tais condições, torna-se possível erguer a água a alturas maiores, como ocorrem nas grandes árvores.

A condução da seiva bruta está relacionada às propriedades físicas das moléculas de água. A água sobe por tubos muito finos, fenômeno chamado **capilaridade**.

As figuras estão representadas em diferentes escalas.

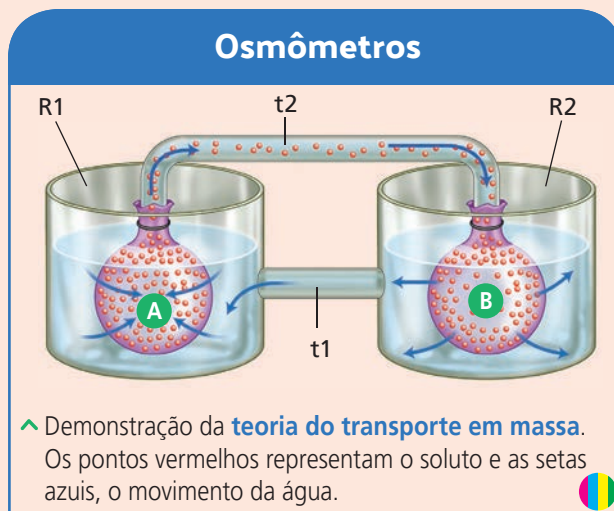


◀ A água sobe nos tubos por **capilaridade**. Quanto mais fino o tubo, maior a altura da coluna de água.

Paulo Cesar Pereira/Arquivo da editora

O transporte da seiva bruta e o da seiva elaborada são processos interligados e dependentes da atividade fotossintética das células do parênquima assimilador das folhas. O alto valor osmótico dessas células é responsável pela força de sucção, capaz de elevar a água desde as raízes até as folhas, através dos vasos lenhosos. É responsável também pela passagem da seiva elaborada, sintetizada nessas folhas, para os vasos liberianos, através dos quais atinge as diversas partes da planta.

As células das folhas funcionam, portanto, como câmaras de elevado valor osmótico, que, de um lado, sugam a seiva bruta e, de outro, empurram a seiva elaborada para os vasos liberianos. Essa concepção constitui a teoria do transporte em massa da seiva, idealizada em 1927 pelo cientista alemão Ernst Münch, e pode ser representada no modelo físico esquematizado a seguir.



Paulo Cesar Pereira/Arquivo da editora

No modelo, **A** e **B** representam osmômetros constituídos por balões de membranas semipermeáveis, preenchidos por soluções de sacarose, sendo que a concentração é bem maior em **A** do que em **B**. **A** representa as células fotossintetizantes das folhas, e **B** representa as células parenquimatosas da raiz.

Os dois osmômetros estão mergulhados em água. Inicialmente, ambos absorvem água, sendo que **A** absorve com maior intensidade, pois tem maior concentração que **B**. Assim, por diferença de pressão osmótica, estabelece-se um fluxo de líquido de **A** para **B** através do tubo **t2**.

A água que chega a **B** força a saída de água de **B** para o recipiente **R2** e deste para o recipiente **R1**, através do tubo **t1**.

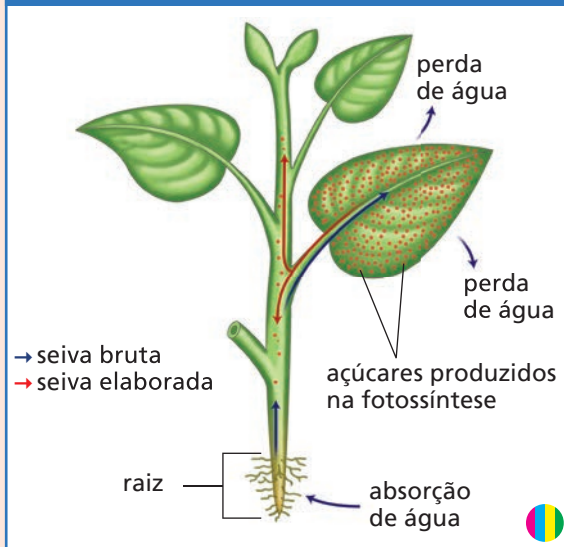
O modelo físico funciona por algum tempo, permitindo entender claramente o transporte em massa que se verifica na planta viva. O esquema ao lado representa a circulação da seiva na planta, de acordo com a teoria estabelecida por Münch.

### DEPOIS DA LEITURA...

- Comparando o modelo físico com uma planta, o que está sendo representado, no modelo, pelos tubos t1 e t2?
- O que são plantas vasculares, e quais são elas?
- Em sua opinião, qual a importância que pode ter a utilização de um modelo físico para explicar um processo fisiológico, característico de um ser vivo?

- a) t1: vasos lenhosos; t2: vasos liberianos.  
b) São plantas que possuem vasos condutores de seiva. São elas: pteridófitas, gimnospermas e angiospermas.  
c) Resposta pessoal.

### Transporte de seiva em angiosperma



As figuras estão representadas em diferentes escalas.

## 2 Dominância apical

A prática da poda, tão conhecida na jardinagem, promove o crescimento de ramos laterais da planta. Se a poda não é realizada em certas espécies, os ramos laterais não se desenvolvem e a planta cresce em altura.

A poda consiste na retirada do ápice caulinar, região produtora do hormônio auxina. A auxina, além dos efeitos que você já conhece, inibe o desenvolvimento das gemas laterais. Por isso, dizemos que ela é responsável pela dominância apical do caule. Com a concentração de auxina diminuída, graças à poda, o hormônio citocinina estimula a multiplicação das células das gemas laterais e surgem os ramos laterais.



### DEPOIS DA LEITURA...

- (Fuvest-SP) Em ruas e avenidas arborizadas, periodicamente as companhias distribuidoras de eletricidade realizam cortes da parte superior das árvores que estão em contato com os fios elétricos de alta tensão. As podas são necessárias para se evitar problemas que podem ocorrer em dias chuvosos e de fortes ventos.
- O que deverá acontecer com as árvores após o corte da região apical?
  - Que mecanismo explica o resultado obtido com o corte da região apical?

- a) Desenvolvimento dos ramos laterais.  
b) Quebra da dominância apical, pois a retirada do ápice caulinar causa redução da concentração de auxina, que inibe o desenvolvimento das gemas laterais.

### 3 Aplicações de hormônios vegetais na agricultura

Nas angiospermas, a semente produz e libera grande quantidade de auxina e o hormônio atua nas células das paredes do ovário da flor, promovendo sua hipertrofia. Assim, o ovário dá origem ao fruto.

Sabendo disso, a aplicação de auxina em flores não fecundadas passou a ser empregada na agricultura para a obtenção de frutos sem sementes. A auxina é pulverizada nas flores, promovendo o crescimento do ovário sem que tenha ocorrido a fecundação e formação de sementes. O desenvolvimento de frutos sem sementes é chamado **partenocarpia**.

A banana é um fruto partenocárpico natural, ou seja, os ovários normalmente apresentam concentração elevada de auxina e os frutos se desenvolvem sem necessidade de fecundação. Os pequenos pontos pretos dentro da banana são óvulos atrofiados, que não se desenvolveram em sementes. Existem, no entanto, algumas variedades de bananas com semente, como mostra a foto abaixo.

No início do século XX, verificou-se em cidades europeias que as árvores próximas aos lâmpões de iluminação das ruas perdiam folhas mais rapidamente do que as árvores distantes. O gás etileno foi identificado como sendo eliminado dos lâmpões e o responsável por acelerar a queda das folhas. Ele é um dos produtos da combustão incompleta do petróleo, carvão e gás natural.



Hiddenobu Funakoshi/  
Acervo do fotógrafo

< **Banana com sementes** em meio à polpa.

semente

> Os pequenos pontos pretos na polpa da banana são **óvulos não desenvolvidos**, atrofiados.



Getty Images

óvulo atrofiado

A partir dessa e de outras evidências, a importância do gás etileno como hormônio vegetal foi sendo esclarecida.

O gás etileno exerce efeitos hormonais sobre as plantas mesmo quando sua origem não é a própria planta. Um fruto bem maduro ou podre libera esse gás, que se difunde no ar e estimula o amadurecimento de frutos que estiverem próximos.

Baixas temperaturas e altas concentrações de gás carbônico no ambiente reduzem a liberação de etileno, retardando o amadurecimento dos frutos. Isso explica porque colocar frutas na geladeira faz com que elas demorem mais para amadurecer ou apodrecer.

Por outro lado, temperaturas elevadas aceleram o amadurecimento. Isso também acontece quando frutos são ensacados e mantidos à temperatura ambiente: a concentração de gás etileno dentro da embalagem aumenta, o que estimula os processos que fazem os frutos amadurecerem.

Erika Craddock/SPL/Latinstock



< **Bananas ensacadas**, como forma de acelerar seu amadurecimento.

### DEPOIS DA LEITURA...

- A variedade laranja-da-baía, também conhecida como laranja-de-umbigo, é um fruto partenocárpico. Explique como é a formação do fruto e pesquise como ocorre a propagação desta planta, já que não se formam sementes. a) O ovário da flor se desenvolve no fruto, sem a formação de sementes. O cultivo é feito principalmente por enxertia. Veja mais comentários no Manual.
- Um cacho de bananas foi dividido na metade: uma parte foi colocada dentro de um saco plástico e a segunda ficou exposta ao ar. Em qual das duas situações as bananas amadurecerão mais rapidamente? Por quê?

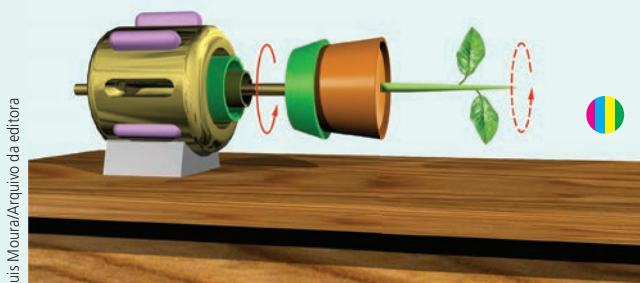
b) Dentro do saco plástico, onde a concentração de gás etileno, emitido pelos frutos, se torna maior, pois não escapa livremente para o ar. O gás etileno é um hormônio vegetal que estimula o amadurecimento de frutos.



- Os açúcares produzidos na fotossíntese e não utilizados prontamente pela planta são armazenados, na forma de amido, nas células do parênquima de reserva.
- A transpiração foliar gera uma força de sucção que puxa a seiva bruta para o xilema.
- O caule provavelmente cresceria ereto, sem curvaturas. O movimento circular do vaso promoveria a distribuição uniforme de auxina nas raízes.

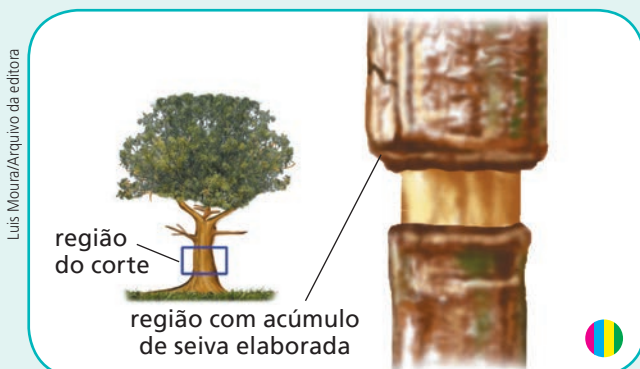
## Revendo e aplicando conceitos

- Relacione o processo de fotossíntese com a formação de parênquimas de reserva.
- Qual é a relação existente entre o fenômeno da transpiração foliar e a condução da seiva bruta?
- Imagine que, em uma situação experimental, um vaso com planta jovem foi colocado na posição horizontal, preso a uma estrutura que promovia a rotação do vaso, conforme ilustrado na figura abaixo.



O que provavelmente acontecerá com a raiz e com o caule dessa planta durante o crescimento? Justifique sua resposta.

- No tronco de uma árvore, o floema está localizado próximo à casca, e o xilema é mais interno. Na figura abaixo, está representado um experimento em que foi retirado do tronco de uma árvore um anel da casca, contendo os vasos liberianos. Observe o que aconteceu na região do corte, algumas semanas depois.



- Com o anel da casca, o floema é retirado da região. Com isso, interrompe-se a. Justifique o que foi observado na árvore após a retirada do anel da casca. b. Provavelmente morreria, por falta de nutrição das raízes.

- O que você acha que aconteceria com a árvore, semanas depois dessa observação? Justifique a resposta.
- Durante o inverno rigoroso de algumas regiões do planeta, diversas plantas perdem suas folhas e as sementes permanecem dormentes, sem germinar. Relacione essa situação ao hormônio vegetal envolvido e justifique.

5. O hormônio ácido abscísico estimula a perda de folhas e a dormência de sementes.

## Trabalhando com gráficos

- Uma planta foi submetida a diferentes intensidades de luz e a velocidade de sua respiração celular e da fotossíntese foi medida observando-se o volume de  $\text{CO}_2$  eliminado. O suprimento de água estava adequado. Construa, no caderno, o gráfico do resultado desse experimento, a partir dos dados hipotéticos apresentados na tabela abaixo, e indique o ponto de compensação fótica (utilize papel quadriculado):

6. Consulte o Manual.

### Medidas hipotéticas (unidades arbitrárias)

| Fotossíntese                               | A   | B   | C   | D   | E   | F   | G   |
|--------------------------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| Luz – intensidades relativas (eixo x)      | 0   | 1   | 2   | 3   | 4   | 5   | 6   |
| Volume de $\text{CO}_2$ consumido (eixo y) | 0   | 1,0 | 2,0 | 2,5 | 3,0 | 3,0 | 3,0 |
| Respiração                                 | A   | B   | C   | D   | E   | F   | G   |
| Luz (eixo x)                               | 0   | 1   | 2   | 3   | 4   | 5   | 6   |
| Vol. $\text{CO}_2$ expirado (eixo y)       | 1,5 | 1,5 | 1,5 | 1,5 | 1,5 | 1,5 | 1,5 |

- Observe o gráfico a seguir, que representa o nível de transpiração em uma planta, durante 24 horas. Depois, explique por que o nível de transpiração nunca é nulo, mesmo durante a noite, quando os estômatos estão fechados.

### Transpiração de uma planta ao longo do dia



7. A planta apresenta, além da transpiração estomática, a transpiração cuticular, que ocorre em um nível relativamente constante.

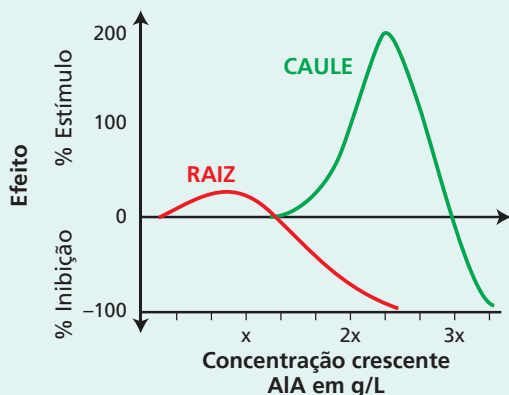
Adaptado de:  
RAVEN, P. H.; EVERT, R. F.; EICHHORN, S.E. *Biologia vegetal*. 5. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1996, p. 579.

- O gráfico esboçado na página seguinte representa a quantidade do hormônio vegetal auxina (AIA) necessária para promover o crescimento de caule e raiz, em uma determinada espécie. De acordo com o gráfico, o que aconteceria ao caule e à raiz se fossem expostos à concentração 2x de auxina?

9. a) Maiores. O cintamento interrompe o transporte de seiva elaborada e há acúmulo de açúcares no ramo.  
 9. b) Não, pois o xilema é mantido intacto.  
 9. c) A árvore morreria, pois os tecidos abaixo da região do corte, incluindo as raízes, ficariam sem receber os açúcares da seiva elaborada.

8. O caule crescerá, enquanto a raiz teria seu crescimento inibido.

### Efeito da auxina (AIA) sobre raiz e caule de uma planta



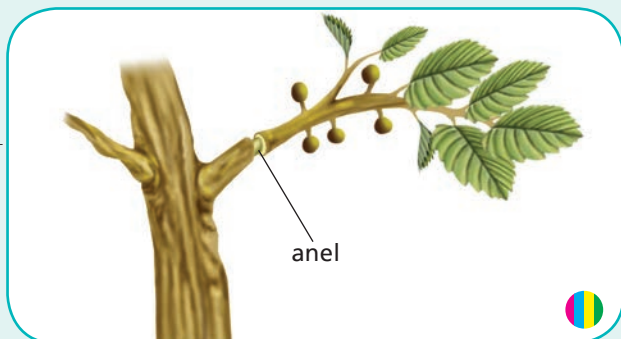
10. Somente as plantas do grupo I, cujo ápice caulinar estava exposto à luz. Nessa região do caule é produzida auxina.

| Grupo I                                 | Grupo II                                                     | Grupo III                                                                          | Grupo IV |
|-----------------------------------------|--------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|----------|
|                                         |                                                              |                                                                                    |          |
| As plantas tiveram as folhas retiradas. | As plantas tiveram o ápice coberto com papel à prova de luz. | As plantas tiveram as folhas retiradas e o ápice coberto com papel à prova de luz. | controle |

## Questões do Enem e de vestibulares

9. (UFJF-MG – mod.) A realização de um cintamento (anelamento), com a retirada total de um anel da casca (Anel de Malpighi), pode fornecer diversas informações relacionadas ao transporte de seivas nas plantas.

- a. Uma planta foi submetida ao cintamento em um ramo lateral que continha diversos frutos, conforme a figura a seguir.



Em comparação ao tamanho dos frutos de outro ramo não submetido ao cintamento, esses frutos ficarão maiores ou menores? Justifique a resposta.

- b. Os frutos mantidos no ramo que sofreu o cintamento da casca apresentarão alguma limitação relacionada ao transporte de água e de nutrientes a partir das raízes? Justifique a resposta.
- c. Caso o anelamento fosse feito na base do tronco principal, qual seria a consequência para a árvore em longo prazo? Justifique a resposta.
10. (Fuvest-SP – mod.) Um pesquisador dividiu um lote de plantas jovens em 4 grupos, dos quais três receberam os tratamentos indicados a seguir e o quarto foi usado como controle.

As plantas foram iluminadas unilateralmente. Quais plantas se curvam em direção à fonte de luz, tal como os controles? Justifique a resposta.

11. (Enem-2010) A lavoura arrozeira na planície costeira da região sul do Brasil comumente sofre perdas elevadas devido à salinização da água de irrigação, que ocasiona prejuízos diretos, como a redução de produção da lavoura. Solos com processo de salinização avançado não são indicados, por exemplo, para o cultivo de arroz. As plantas retiram a água do solo quando as forças de embebição dos tecidos das raízes são superiores às forças com que a água é retida no solo.

WINKEL, H. L.; TSCHIEDEL, M. *Cultura do arroz: salinização de solos em cultivos de arroz*. Disponível em: <<http://agropage.tripod.com/saliniza.html>>. Acesso em: 25 jun. 2010 (adaptado)

A presença de sais na solução do solo faz com que seja dificultada a absorção de água pelas plantas, o que provoca o fenômeno conhecido por seca fisiológica, caracterizado pelo(a):

- a. aumento da salinidade, em que a água do solo atinge uma concentração de sais maior que a das células das raízes das plantas, impedindo, assim, que a água seja absorvida. 11. a
- b. aumento da salinidade, em que o solo atinge um nível muito baixo de água, e as plantas não têm força de sucção para absorver a água.
- c. diminuição da salinidade, que atinge um nível em que as plantas não têm força de sucção, fazendo com que a água não seja absorvida.
- d. aumento da salinidade, que atinge um nível em que as plantas têm muita sudação, não tendo força de sucção para superá-la.
- e. diminuição da salinidade, que atinge um nível em que as plantas ficam túrgidas e não têm força de sudação para superá-la.



# Biodiversidade III: Animais

UNIDADE

3

OBJETIVOS  
GERAIS DA  
UNIDADE

ABERTURA  
DA UNIDADE

DIVULGAÇÃO PNLD

VilaineCrevette/Shutterstock

**Você poderá conhecer mais a respeito  
dos animais, entendendo questões como estas:**

- ⟨⟩ Formigas, elefantes, peixes, águas-vivas: o que os animais têm em comum?
- ⟨⟩ Esponjas-do-mar são animais? Como elas se alimentam?
- ⟨⟩ De que forma as verminoses podem ser transmitidas e evitadas?
- ⟨⟩ Como se reproduz uma minhoca?
- ⟨⟩ Aranhas, borboletas, lagostas e centopeias: o que esses animais têm em comum?
- ⟨⟩ Qual é o parentesco do ser humano com outros animais vertebrados?

Todos os organismos fotografados neste recife de coral são animais, dos mais diversos grupos. O peixe listrado, que aparece em primeiro plano, é comum nos recifes da região do Caribe e mede cerca de 10 cm de comprimento.



# Introdução ao Reino Animal; poríferos e cnidários

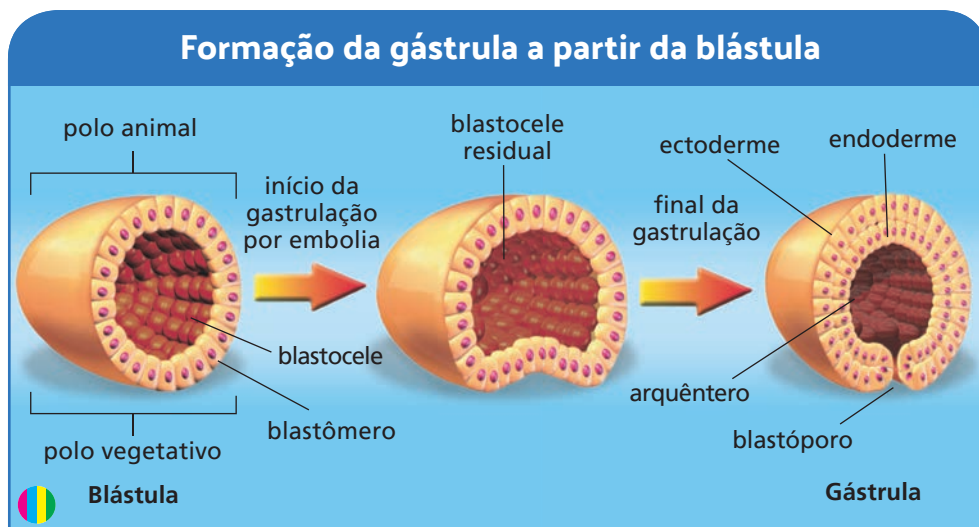
COMENTÁRIOS  
GERAISREFLEXÕES  
SOBRE O ENSINO  
DE BIOLOGIA

## 1 Animais: classificação e nomenclatura

Os **animais** são organismos multicelulares, de nutrição heterótrofa, obtendo alimento geralmente por ingestão. Além disso, em seu ciclo de vida, a reprodução sexuada está presente e o zigoto formado inicia o desenvolvimento embrionário. Embora para cada grupo animal o desenvolvimento embrionário tenha suas peculiaridades, o processo ocorre segundo etapas comuns a todos os grupos. Consultando o volume 1 desta coleção você poderá retomar os conceitos de embriologia que são muito importantes para o estudo dos animais.

A fase comum a todos os animais durante o desenvolvimento embrionário é a da segmentação com a formação de uma **blástula**. Em seguida ocorre a gastrulação, um processo presente em todos os animais com exceção dos poríferos (esponjas).

Ao dizermos que no ciclo de vida dos animais a reprodução sexuada está presente, não significa que a reprodução assexuada não ocorra. Em alguns grupos animais, a reprodução assexuada é a forma mais comum de reprodução, sendo a reprodução sexuada um evento que ocorre apenas sob determinadas condições do meio.



Nas teias alimentares, os animais ocupam sempre os níveis tróficos correspondentes aos consumidores.

Entre os cinco reinos de seres vivos, o Reino Animal é o que apresenta maior número de espécies conhecidas. No entanto, o estudo dessa diversidade está sempre revelando aos cientistas novas espécies e relações evolutivas até então desconhecidas entre grupos. Por isso, a classificação dos animais, assim como a dos demais grupos de seres vivos, está sofrendo muitas mudanças e novas propostas de agrupamento surgem no meio científico.

### RECORDE-SE

#### Da blástula à gástrula

A **blástula** corresponde à fase embrionária em que diversas células (blastômeros), ainda indiferenciadas, secretam um líquido que se acumula no interior do embrião e preenche uma cavidade central, a blastocèle.

Após a blástula, inicia-se a formação da **gástrula**, em que se formam folhetos embrionários como a ectoderme e a endoderme, além de um tubo digestório primitivo, o arquêntero. Os poríferos são animais que não apresentam gastrulação.

> Esquema ilustrando a **blástula e a gástrula de um embrião de animal**, derivado de um óvulo isolécito. O embrião está representado em corte mediano e apresenta duas regiões: o polo animal e o vegetativo. Em todos os grupos animais, o zigoto se desenvolve em blástula. Esquema feito com base em imagens de microscopia.

Vamos adotar uma classificação simplificada e discutir apenas alguns grupos animais, da mesma maneira como fizemos para os demais grupos de seres vivos nos capítulos anteriores, sem a preocupação de abranger toda a diversidade desses grupos aqui estudados.

Informalmente, os animais podem ser separados em dois grandes grupos:

- **vertebrados:** os que têm vértebras, representados por peixes, anfíbios, répteis, aves e mamíferos;
- **invertebrados:** os que não têm vértebras, representados por um grupo muito grande, que inclui os insetos, os anelídeos, os crustáceos e muitos outros.

As **vértebras** são estruturas que fazem parte do esqueleto dos vertebrados. Elas se superpõem e formam um eixo ao longo do corpo, atuando como sustentação e proteção de uma estrutura do sistema nervoso, a medula espinhal.

Para o nosso estudo sobre o reino animal, consideraremos nove filos apenas: poríferos (Porifera), cnidários (Cnidaria), platelmintos (Platyhelminthes), nematódeos (Nematoda), moluscos (Mollusca), anelídeos (Annelida), artrópodes (Arthropoda), equinodermos (Echinodermata) e cordados (Chordata).

O termo invertebrado não representa uma categoria taxonômica. Já o termo vertebrado corresponde a um subfilo do filo dos cordados. Apesar disso, nem todos os animais tradicionalmente chamados de vertebrados têm vértebras, pois existem animais, como os do grupo das feiticeiras, que não possuem vértebras, mas apresentam crânio rudimentar protegendo a região anterior do sistema nervoso. O crânio é uma estrutura do esqueleto interno e ele, sim, está presente em todos os vertebrados.

A seguir apresentamos um diagrama que representa uma das hipóteses de parentesco evolutivo entre os filos animais que vamos estudar. Veja que nele são apontadas características que foram surgindo ao longo da evolução dos animais e que são compartilhadas apenas pelos grupos representados nos ramos acima do ponto em que a característica surgiu. Alguns termos empregados nesse diagrama referem-se a características embrionárias.



### REÚNA-SE COM OS COLEGAS

Escolham algumas espécies de plantas e animais que ocorram na região onde vocês moram. Montem em um cartaz uma teia alimentar envolvendo esses seres vivos. Identifiquem o nível trófico ocupado por cada espécie.

Resposta pessoal. Esta atividade possibilita relembrar a participação dos animais no equilíbrio dos ecossistemas.

### Esqueleto de sapo



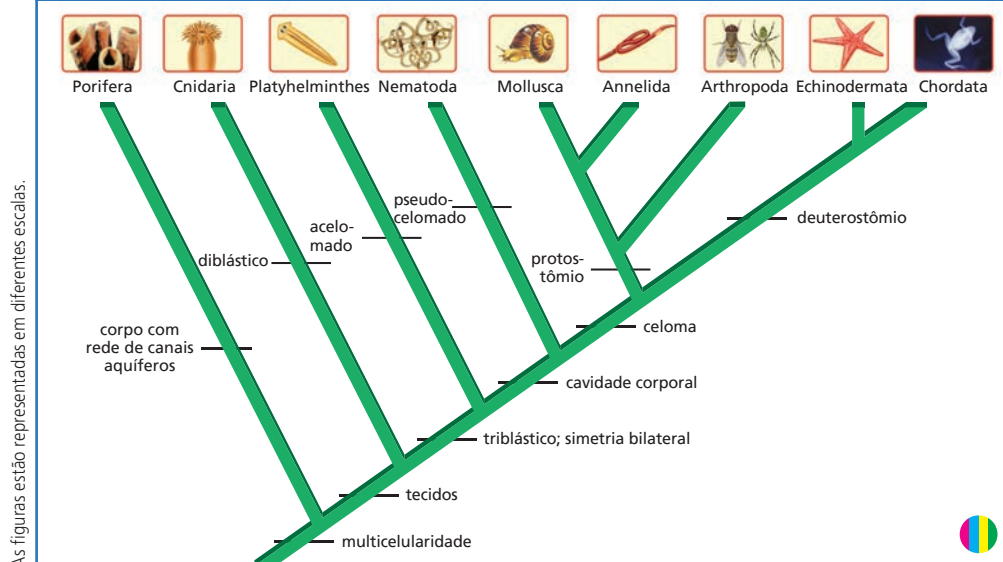
Photodisc/Arquivo da editora

➤ O sapo faz parte do grupo dos anfíbios, que são **animais vertebrados**, assim como peixes, répteis, aves e mamíferos.

Relembre aos alunos que os nomes de filos em latim, ou formas latinizadas, não estão destacados em **itálico**, pois este destaque é usado para nomes de gêneros e espécies.

➤ A hipótese evolutiva representada no **cladograma** baseia-se em critérios morfológicos e embrionários.

### Cladograma apresentando hipótese filogenética para alguns filos do reino dos animais



Luis Moura/Arquivo da editora

Adaptado de: CAMPBELL, N. A.; REECE, J. *Campbell Biology*. 9. ed. EUA: Pearson Benjamin Cummings, 2011, p. 662.

O nome porífero está relacionado à presença de poros, ou pequenos orifícios, no corpo desses animais.



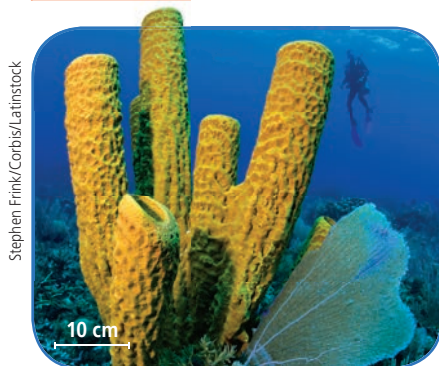
### PENSE E RESPONDA

Consulte o glossário etimológico e anote, no caderno, o significado da palavra **porífero**.

## 2 Poríferos

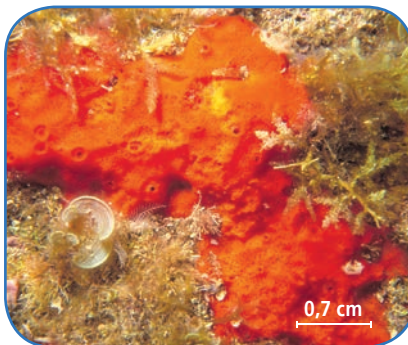
Veja no Manual comentário a respeito da antiga classificação dos poríferos.

O **filo dos poríferos**, ou filo **Porifera**, é formado por diversas espécies de animais conhecidos por **esponjas**. As esponjas apresentam grande diversidade de formas e cores. Podem ser encontradas isoladas ou formando colônias. Veja alguns exemplos dessa diversidade:



Stephen Frink/Corbis/Latinstock

^ **Esponjas tubulares**, de grande porte.



Luciano Candidiani/Kino

^ **Esponjas vermelhas incrustantes**.



Jeff Rotman/Getty Images

^ **Esponja-barril**, comum no Caribe.

Todas as esponjas são animais aquáticos. A maioria é marinha, existindo algumas espécies de água doce.

Uma importante diferença entre as esponjas e a maioria dos outros animais é que elas são **sésseis** (fixas a um substrato).

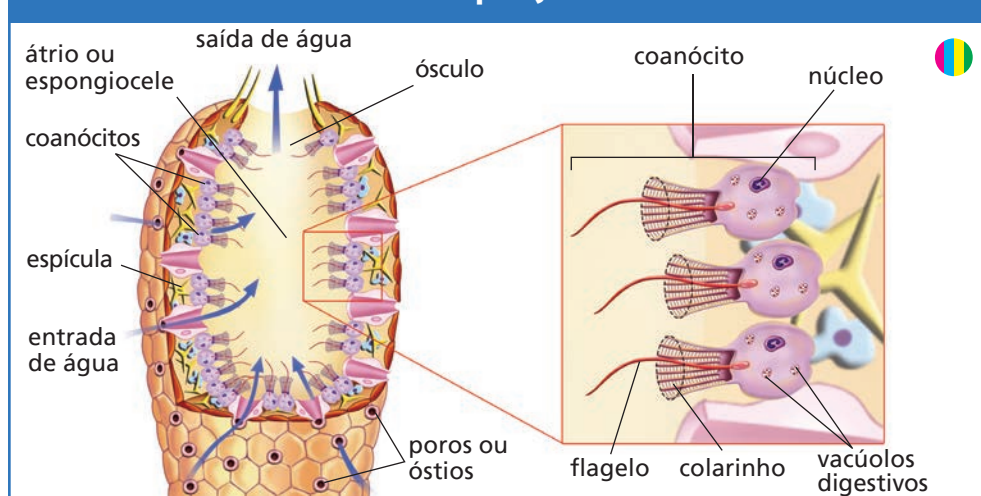
Acompanhe o desenho esquemático de uma esponja, em que as setas azuis indicam o percurso da água no corpo do animal.



SUGESTÃO DE ATIVIDADE

➤ Esquema ilustrando a **estrutura de uma esponja**, que possui uma cavidade interna (átrio) e poros, por onde circula água, conforme indicam as setas azuis. No detalhe, três coanócitos, células microscópicas que revestem o átrio e que promovem a circulação da água na esponja e a captura de alimento.

### Estrutura interna de uma esponja e detalhe dos coanócitos



Luís Moura/Arquivo da editora

Como você deve ter observado no esquema acima, o nome dado a esse filo deriva do fato de serem as esponjas animais cujo corpo tem numerosos **poros**, que estabelecem uma comunicação entre o ambiente externo e o interior do corpo.

Os poros, orifícios através dos quais entra água na esponja, são também conhecidos por **óstios**. A água sai do corpo da esponja por uma abertura maior chamada **ósculo**.

A esponja, como todos os animais, é heterótrofa. Sendo animal sésseis, como um porífero obtém alimento? Ele se alimenta de nutrientes orgânicos trazidos pela água que entra pelos poros, circula em seu corpo e sai pelo ósculo.



A esponja também depende da água que passa pelo seu corpo para as trocas gasosas; ela retira o gás oxigênio que está dissolvido na água e o envia para suas células por difusão. O gás carbônico resultante da respiração celular também é eliminado na água.

A cavidade interna da esponja, denominada **átrio** ou **espongiocelo**, não corresponde a uma cavidade com função digestiva, pois nesses animais a digestão é intracelular. Nos demais animais há uma cavidade em que as enzimas digestivas são lançadas e os alimentos são parcial ou totalmente digeridos.

A circulação da água que entra pelos poros é possível graças ao batimento do flagelo existente em cada uma das numerosas células chamadas **coanócitos**, que, no tipo morfológico mais simples de esponja, se dispõem em toda a parede que delimita a espongiocelo.

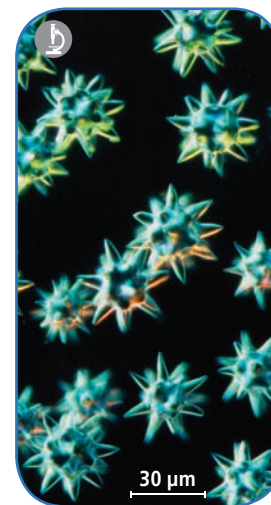
O alimento dissolvido na água fica retido em uma região dos coanócitos, o colarinho. A palavra “coanócito” significa justamente célula com função de funil (*coano* = funil).

Dos coanócitos, os nutrientes são enviados para as outras células da esponja, muitas delas localizadas na camada intermediária. A digestão é intracelular, sendo este um dos motivos de não se considerar a espongiocelo uma cavidade digestiva, pois, nesta, a digestão é, pelo menos em parte, extracelular. Além disso, nas esponjas não há gastrulação, fase do desenvolvimento embrionário em que há formação do intestino primitivo.

Veja, ao lado, uma imagem das **espículas**, estruturas que compõem o endoesqueleto (esqueleto interno) e são responsáveis pela sustentação do corpo desses animais.

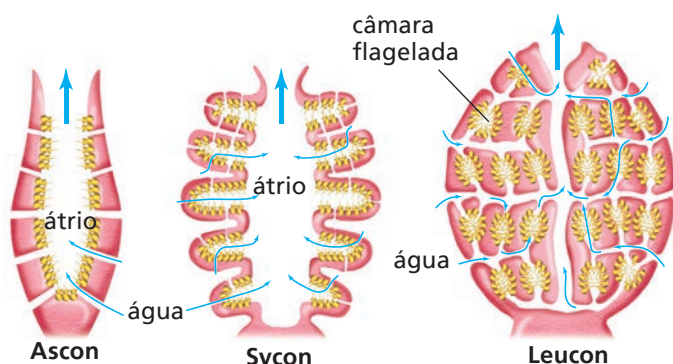
As espículas podem ser de sílica ou de carbonato de cálcio. Além de espículas, algumas esponjas possuem espongina, que são fibras proteicas. As esponjas que têm apenas espongina em seu esqueleto são macias e, por isso, utilizadas desde tempos antigos para banho.

O esquema da página anterior mostra o tipo morfológico mais simples de esponja, o tipo **Ascon**. Existem outros dois tipos de esponjas, o **Sycon** e o **Leucon**, como você pode observar a seguir.



^ **Espículas** de uma esponja. Dependendo da espécie, o tamanho, as formas e a composição química das espículas variam. Em muitas esponjas, as extremidades das espículas atravessam parcialmente o corpo do animal, resultando em uma superfície áspera.

### Tipos morfológicos de esponjas



◀ Esquema dos **tipos morfológicos de esponjas**, vistos em cortes longitudinais. As setas azuis indicam o caminho da água.

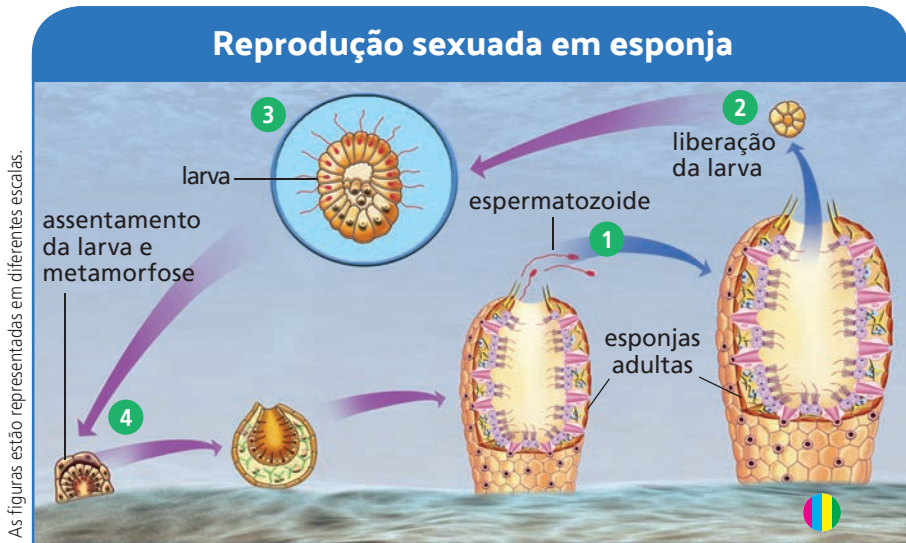


^ Comércio de esqueletos de **esponjas** na região do Mediterrâneo.

Nos tipos Sycon e Leucon ocorrem dobramentos que resultam na redução do átrio e no aumento da área da parede interna com consequente aumento no número de células flageladas (coanócitos). As esponjas do tipo Leucon são as mais especializadas, com formação de numerosas câmaras flageladas. Assim, com átrio reduzido e maior número de coanócitos, o movimento da água é mais intenso nessas esponjas do que nas do tipo Ascon, que apresentam tamanho reduzido (cerca de 1 cm de altura).

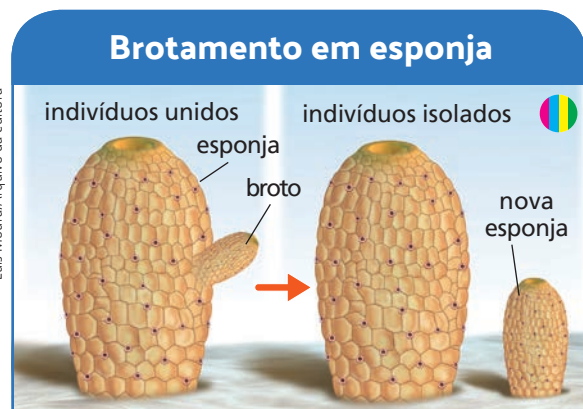
## 2.1 Reprodução das esponjas

As esponjas podem se reproduzir sexuada e assexuadamente. Vamos estudar inicialmente a **reprodução sexuada** das esponjas, analisando o esquema a seguir.



Os espermatozoides são formados a partir de coanócitos e saem da esponja pelo ósculo (1). Alcançando outra esponja da mesma espécie com a corrente inalante de água, penetram pelos poros e são capturados pelos coanócitos, que os transferem para os óvulos na região intermediária do corpo da esponja. Ocorre a fecundação e dos zigotos assim formados desenvolvem-se **larvas**, que saem da esponja pelo ósculo (2). As larvas de esponjas, que se desenvolvem até a fase de blástula, vivem livres na água fazendo parte do plâncton (3), até encontrar um substrato, no qual se fixam e sofrem metamorfose (4), tornando-se esponjas adultas.

As esponjas podem ser hermafroditas ou de sexos separados. Nas esponjas hermafroditas, os gametas femininos e os masculinos são produzidos em épocas diferentes, e com isso não ocorre a autofecundação.

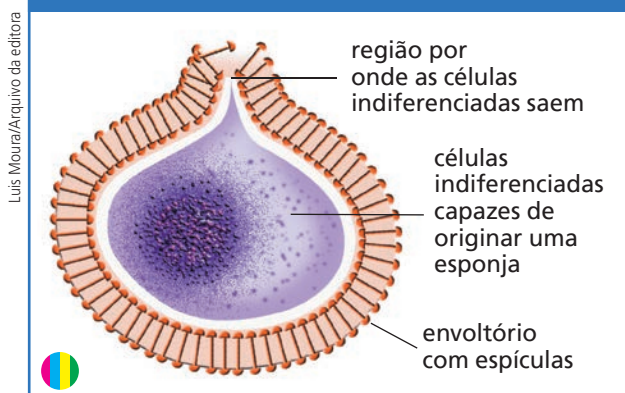


Esquema simplificado de **brotamento em esponjas**.

A **reprodução assexuada** ocorre principalmente por **brotamento**: no corpo de uma esponja surge um broto, que se desenvolverá em nova esponja (veja o esquema acima). Esse broto pode se desprender da esponja e dar origem a um indivíduo isolado, ou pode permanecer ligado à esponja-mãe, participando da formação de uma colônia.

Um tipo de reprodução assexuada mais raro é a **gemulação**, que ocorre principalmente em espécies de água doce: a esponja forma dentro de seu corpo pequenas e numerosas estruturas denominadas **gêmulas**. Estas são formas de resistência e surgem quando as condições do meio se tornam desfavoráveis – por exemplo, quando secam as águas dos rios. A esponja desintegra-se e as gêmulas são liberadas. Com a normalização das condições ambientais, formam-se novos indivíduos, a partir dessas gêmulas.

### Gêmula (corte mediano)

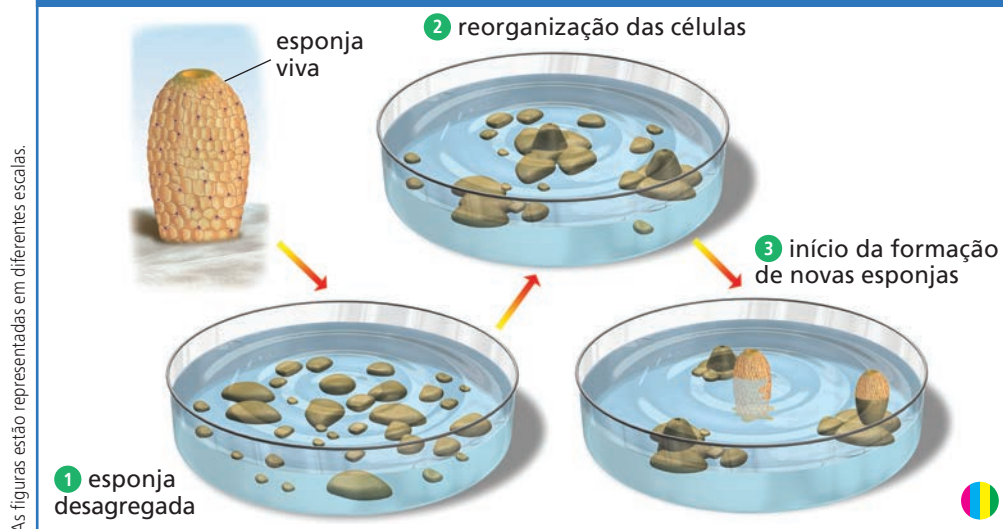




## 2.2 Regeneração em esponjas

As esponjas possuem extraordinária capacidade de **regeneração**, a tal ponto que, se passarmos uma esponja por uma peneira, cada fragmento resultante pode se regenerar e dar origem a um novo indivíduo. Isso é possível por causa das características de suas células, que não estão organizadas em tecidos e retêm a capacidade de originar os diferentes tipos celulares das esponjas.

### Regeneração em esponja



#### CURIOSIDADE

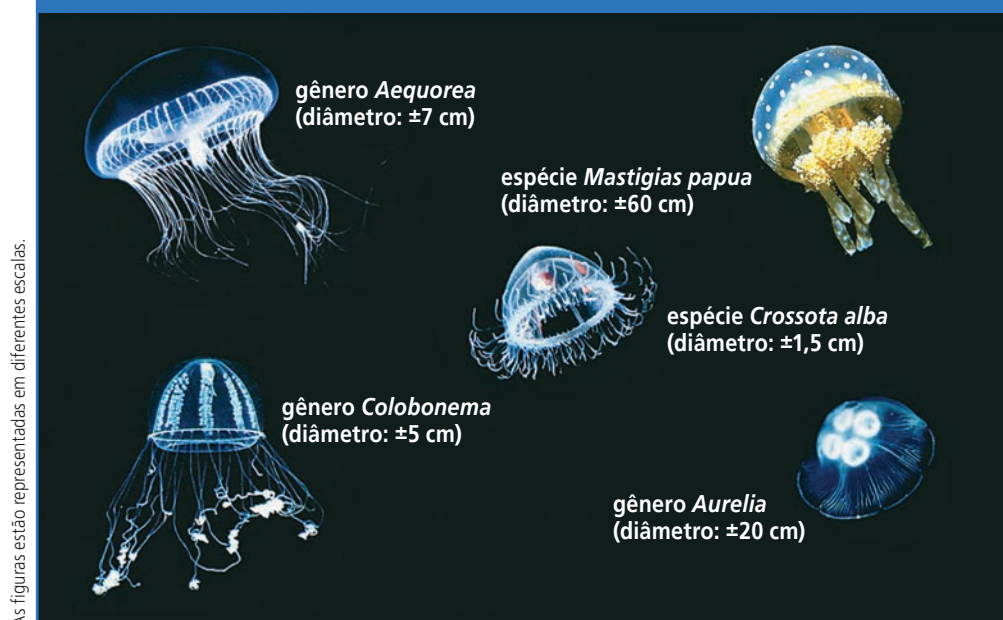
Existia uma prática entre pescadores do Mediterrâneo e do Caribe para a obtenção de maior quantidade de esponjas, das espécies usadas para banho: elas eram despedaçadas e os fragmentos abandonados no mar. Em pouco tempo, o local apresentava quantidade muito maior de esponjas, devido à capacidade de regeneração desses organismos. Mesmo assim, ao longo do século passado, populações de esponjas sofreram drásticas reduções, por causa das intensas coletas e de infecções bacterianas que as atacaram, o que levou ao declínio dessa atividade econômica.

## 3 Cnidários

Veja comentário no Manual a respeito da diferença entre cnidários e celenterados.

Os **cnidários**, classificados no filo **Cnidaria**, são animais aquáticos que têm formas móveis e formas fixas, como você pode observar nas fotografias abaixo.

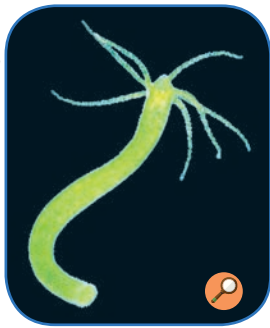
### Exemplos de medusas: cnidários livre-natantes



^ **Pólipode**, forma fixa. Este indivíduo mede cerca de 2 cm de comprimento.

^ Montagem com fotografias de **medusas**, formas livre-natantes.





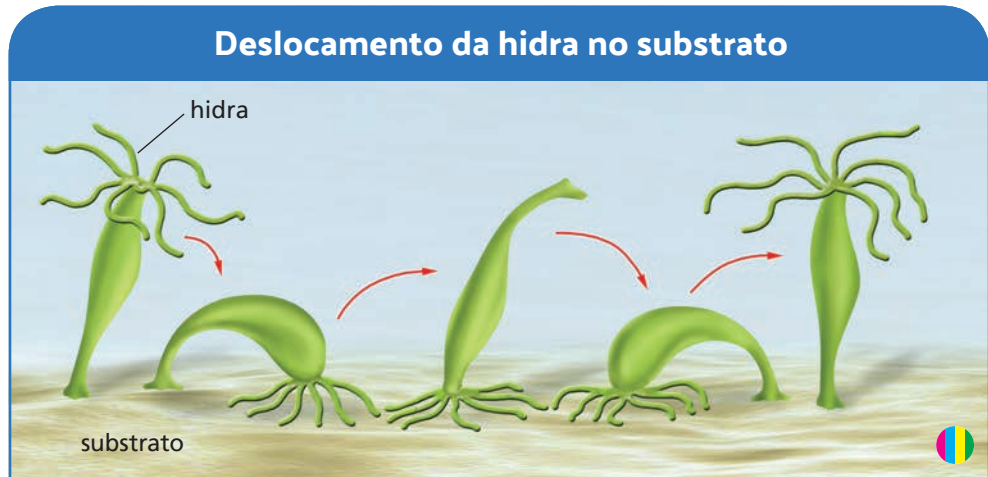
^ **Hidra verde:** mede cerca de 0,5 cm de comprimento e tem cor verde em função da presença de algas em simbiose dentro dos tecidos do corpo.

> Esquema ilustrando o **deslocamento da hidra** no substrato por meio de "cambalhotas".

Os cnidários são marinhos na sua maioria, com alguns representantes de água doce. Diferem das esponjas quanto à mobilidade, pois enquanto todas elas são sésseis (fixas), os cnidários têm indivíduos que se deslocam na água e indivíduos fixos. Os cnidários sésseis são chamados **pólipos** e os que se movimentam na água são chamados **medusas**, popularmente conhecidas como águas-vivas.

Os cnidários podem formar colônias, sendo mais frequentes as de pólipos do que as de medusas.

Certos pólipos, no entanto, se deslocam no substrato, como a hidra, que vive em água doce.



Luís Moura/Arquivo da editora

Quando analisados em vista externa, pólipos e medusas podem ter o corpo dividido em metades simétricas, o que pode ser feito em diversos planos, como representado no esquema abaixo à esquerda. Dizemos, então, que os cnidários são animais **radiados**, ou que possuem **simetria radial**. O mesmo não ocorre com os demais animais, nos quais, com exceção das esponjas, o corpo pode ser dividido em duas metades simétricas, apenas em um único plano. Dizemos, então, que possuem **simetria bilateral**, compondo, assim, o grupo dos animais **bilaterios**.

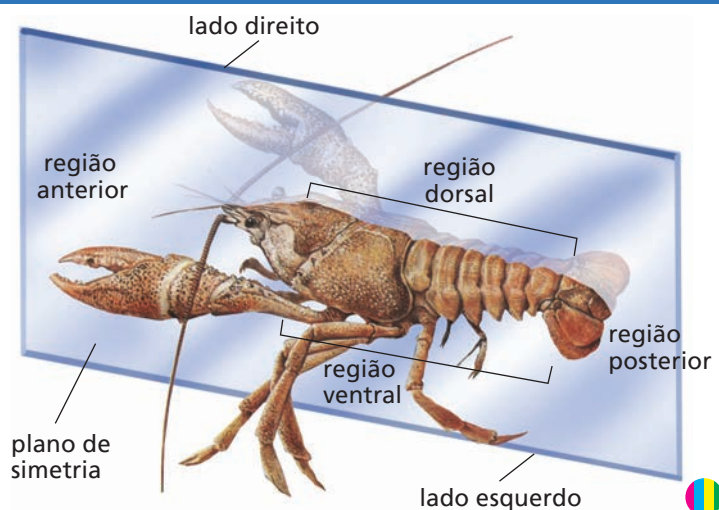
Algumas esponjas podem apresentar simetria radial, mas a maioria é assimétrica, ou seja, seu corpo não pode ser dividido em metades simétricas por nenhum plano.

### Hidra (cnidário): simetria radial

**região oral**  
(extremidade do corpo onde está a boca)



### Lagosta (artrópode): simetria bilateral

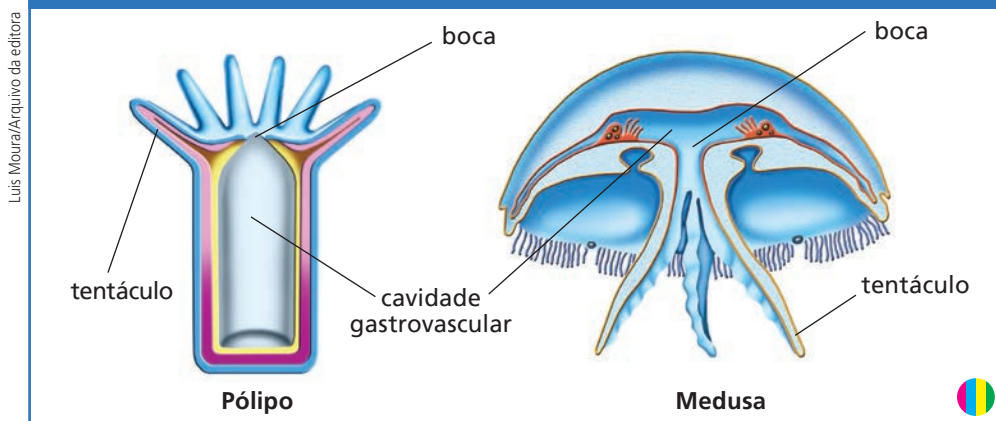


Ilustrações: Luís Moura/Arquivo da editora

Gastro (*gaster*) significa estômago e vascular (*vasculum*) está relacionado a vaso. A cavidade gastrovascular dos cnidários digere presas e distribui nutrientes pelo corpo.

Compare, agora, um pólipó e uma medusa, em desenho esquemático (corte longitudinal).

### Comparação entre pólipó e medusa



Luis Moura/Arquivo da editora



#### PENSE E RESPONDA

Consulte no glossário etimológico o significado da palavra **gastrovascular**, associando-o à função da cavidade nos cnidários.



Corel/Arquivo da editora

#### ^ Anêmona-do-mar:

observe a boca, no centro, rodeada pelos tentáculos que capturam o alimento. Ele entra pela boca, e por ela os materiais não digeridos saem. Esta anêmona possui cerca de 10 cm de diâmetro.

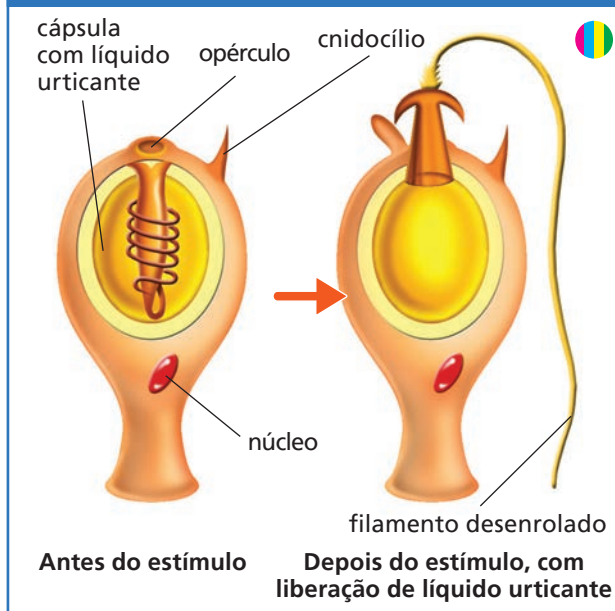
Os pólipos e as medusas têm boca e tentáculos. Os **tentáculos** são estruturas com função de defesa e de captura de alimento, que consiste basicamente de outros animais. Os alimentos são conduzidos pelos tentáculos até a boca, de onde passam para uma cavidade digestiva, a **cavidade gastrovascular**. Nesta, o alimento é distribuído pelo corpo e parcialmente digerido.

Em seguida, o alimento passa para o interior das células que revestem essa cavidade, na qual a digestão é concluída. Dessa forma, nos cnidários a digestão ocorre em parte fora das células (extracelularmente) e em parte dentro das células (intracelularmente).

O termo gastrovascular é aplicado à cavidade dos cnidários, uma vez que a função dessa cavidade é justamente digerir (processo relacionado ao termo *gastro*) e distribuir (processo relacionado ao termo *vascular*) o alimento ingerido. A função de distribuição de nutrientes ou de gases nos animais é, em geral, associada a um sistema vascular. Entretanto, nem todos os animais possuem sistemas especiais para esse transporte.

Os cnidários têm uma célula exclusiva do grupo, chamada **cnidócito**, que produz um líquido urticante, capaz de provocar queimaduras na pele humana e de imobilizar pequenos animais, dos quais se alimentam. Dentro da célula existe um filamento que, quando desenrolado, é responsável pela liberação do líquido urticante. Os cnidócitos ocorrem em maior número nos tentáculos.

### Cnidócito



Luis Moura/Arquivo da editora



#### CURIOSIDADE

Alguns animais vivem tranquilamente entre os tentáculos da anêmona-do-mar, como é o caso do **peixe-palhaço**. Cada espécie de peixe-palhaço vive associada a uma determinada espécie de anêmona. Uma camada de muco reveste a superfície do peixe, protegendo-o das substâncias urticantes dos tentáculos da anêmona. A espécie de peixe-palhaço da fotografia abaixo vive no oceano Índico e mede cerca de 7 cm de comprimento.



Dr. George Gornacz/SPL/Latinstock



O alimento não digerido é eliminado pela própria boca, pois os cnidários não têm ânus.

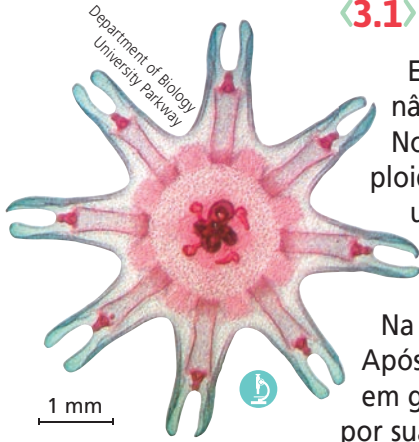
Enquanto os poríferos não apresentam tecidos verdadeiros, os pólipos e as medusas os possuem. O corpo desses animais é formado basicamente por duas camadas de células separadas por uma camada intermediária gelatinosa chamada **mesogleia**. A camada externa de células forma a epiderme e a interna a **gastroderme**.

Células nervosas estão espalhadas por todo o corpo dos cnidários, constituindo um **sistema nervoso difuso**.

### 3.1 Reprodução dos cnidários

Entre os cnidários, é muito comum a ocorrência de reprodução com alternância de gerações ou metagênese, mas ela difere da que ocorre nas plantas. No caso dos cnidários não há alternância entre uma fase diploide e outra haploide, pois os indivíduos são todos diploides. A alternância que ocorre é entre uma fase de pólipo, em que há reprodução assexuada, e uma de medusa, em que há reprodução sexuada. A forma mais comum de reprodução assexuada é por brotamento.

Na alternância de gerações, as medusas, que são sexuadas, formam gametas. Após a fecundação, que pode ser interna ou externa, forma-se o zigoto. Deste, em geral, surge uma larva chamada **plânula**, que dará origem ao pólipo. Este, por sua vez, origina as medusas por reprodução assexuada. No exemplo ilustrado a seguir (com base no ciclo do gênero *Aurelia*), o brotamento ocorre por um processo chamado **estrobilação**.



^ **Éfira** (medusa jovem) de *Aurelia*.



^ Pólipo de *Aurelia* em processo de **estrobilação**.



Luis Moura/Arquivo da editora

As figuras estão representadas em diferentes escalas.



A metagênese não se dá em todas as espécies de cnidários, existindo espécies nas quais ocorre somente a forma de póipo e outras espécies nas quais ocorre apenas a fase de medusa.

Quando ocorre somente o póipo, este pode se reproduzir de forma assexuada e sexuada. Quando ocorre somente a medusa, há, geralmente, apenas reprodução sexuada.

As hidras são exemplos de cnidários que desenvolvem apenas póipos em seus ciclos de vida. Além disso, não há formação de larvas, falando-se em desenvolvimento direto.



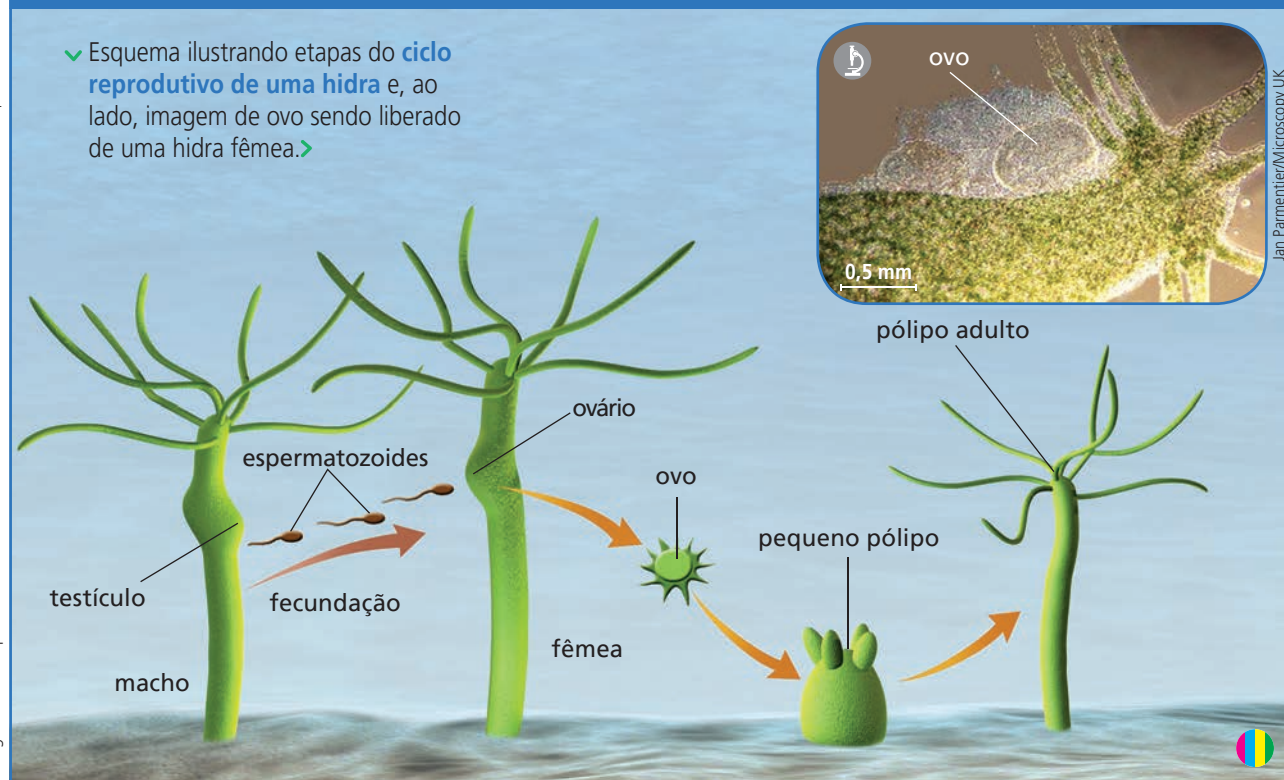
Clouds Hill Imaging Ltd./Corbis/Latinstock

Existem poucas espécies de hidras hermafroditas, sendo a maioria de sexos separados. Fonte: HICKMAN, C.P. et al. *Integrated principles of zoology*. 15. ed. New York: Mc Graw-Hill, 2011, p. 271.

◀ **Brotamento** em hidra (adulto mede cerca de 0,5 cm de altura).

### Reprodução sexuada em hidra

✓ Esquema ilustrando etapas do **ciclo reprodutivo de uma hidra** e, ao lado, imagem de ovo sendo liberado de uma hidra fêmea.▶



As anêmonas-do-mar constituem outro exemplo de cnidário no qual se desenvolve somente a forma de póipo no ciclo de vida e, nesse caso, há formação de larva plânula. Quando há larvas, fala-se em desenvolvimento indireto, como ocorre na maioria dos demais cnidários.

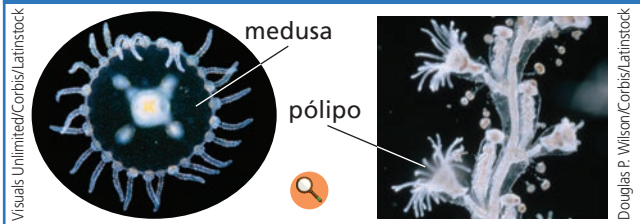
Poucas são as espécies que desenvolvem apenas medusas, como é o caso de pequenas medusas pertencentes ao gênero *Liriope*.



Alvaro Migotto/Acervo do fotógrafo

◀ Medusa do gênero **Liriope**, que não apresenta a fase de póipo no seu ciclo de vida. Mede menos de 3 cm de diâmetro.

## Obelia, um hidrozoário



- Na forma de **medusa**, mede cerca de 2,5 mm de diâmetro. Os **pólipos** medem 1 mm de comprimento e são coloniais.



- Caravela-portuguesa**, um hidrozoário colonial. Pode medir 10 cm em seu maior diâmetro.



- Medusa de **cifozeário**. As medusas desta espécie chegam a 50 cm de diâmetro.



- A **anêmona**, apesar de ser um animal marinho, é popularmente chamada "flor-das-pedras", pelo seu aspecto quando os tentáculos estão abertos e por geralmente viver fixa a rochas ou recifes. O indivíduo da foto mede cerca de 10 cm de diâmetro.

Veja no Manual comentários a respeito das classes de cnidários.

## 3.2 Classificação dos cnidários

Vamos comentar a respeito de três classes do filo dos cnidários: hidrozoários (Hydrozoa), cifozeários (Scyphozoa) e antozoários (Anthozoa).

### Hidrozoários

Os representantes mais conhecidos dos **hidrozoários** pertencem aos gêneros *Obelia*, que apresenta metagênese, *Hydra*, que ocorre só na forma de póipo, e *Liriope*, que ocorre só na forma de medusa.

Existem hidrozoários marinhos, como é o caso de *Obelia* e *Liriope*, e de água doce, caso das hidras. As outras classes de cnidários, que veremos a seguir, agrupam apenas espécies marinhas.

Muitos hidrozoários formam colônias, que podem ser sésseis ou flutuantes. Um exemplo de colônia sésil é a fase de póipo de *Obelia*, em que os pólipos ficam unidos em uma estrutura que lembra uma pequena árvore (ver imagem acima).

Como exemplo de colônia flutuante podemos citar o gênero *Physalia*, chamado popularmente de caravela-portuguesa. A colônia flutua graças a um indivíduo em forma de saco, que fica cheio de gás, e é transportada pelo vento e pela ação das ondas. Os outros indivíduos da colônia vivem associados ao flutuador e têm diferentes funções, como alimentação, defesa e reprodução.

### Cifozeários

Os **cifozeários** são representados principalmente por medusas, em geral bem maiores do que as da classe dos hidrozoários, com algumas espécies em que os indivíduos podem chegar a dois metros de diâmetro. Apresentam metagênese, desenvolvendo, portanto, também a forma polipoide, que nesse grupo é reduzida.

Embora algumas espécies vivam em águas profundas, a maioria vive próxima à costa, podendo causar sérias queimaduras em nadadores e mergulhadores pelo contato com os tentáculos, portadores de cnidócitos.

### Antozoários

Na classe dos **antozoários**, só se desenvolvem pólipos, não ocorrem medusas. Assim, todos os antozoários são sésseis, embora alguns possam apresentar movimentos extremamente lentos, praticamente imperceptíveis, como é o caso da anêmona-do-mar.

A anêmona-do-mar é um animal solitário, mas existem antozoários que formam colônias, caso da maioria dos corais verdadeiros, como o coral-cérebro, e dos corais córneos (falsos corais), como as gorgônias.

O coral-cérebro é chamado de coral verdadeiro porque produz um exoesqueleto (esqueleto externo) de carbonato de cálcio, que persiste após a morte dos animais que formam a colônia.

Enquanto o esqueleto é externo nos corais verdadeiros, nos falsos corais ele é interno, formado por espículas calcárias de várias cores. Dois exemplos de falsos corais são a *Gorgonia* e os corais vermelhos usados em joalheria.



## Esponjas caçadoras

Vimos que a alimentação das esponjas é mais ou menos passiva, uma vez que elas fazem circular pelos seus canais a água que chega até os seus poros e de lá obtêm nutrientes. De fato, isso é o que ocorre como regra geral. No entanto, algumas espécies podem "caçar" animais para deles se alimentar.

A primeira espécie de esponja carnívora foi descoberta por uma equipe de pesquisadores franceses, em 1995, em uma caverna submarina.

Desde a descoberta dessas esponjas, outras espécies carnívoras foram encontradas, todas em grandes profundidades e a maioria no oceano Pacífico. Atualmente, há uma família de esponjas carnívoras (Cladorhizidae), embora algumas espécies carnívoras também ocorram em outras famílias. No Brasil, uma espécie de Cladorhizidae foi coletada a 4450 m de profundidade, a cerca de 500 km da costa.

Segundo estudos mais recentes, as esponjas carnívoras geralmente não possuem câmaras com coanócitos e as aberturas típicas das outras esponjas. Elas apresentam prolongamentos nas

laterais do corpo circundados por espículas que lembram pequenos ganchos. Esses prolongamentos funcionam como tentáculos que capturam alimento.

Recentemente, uma espécie de esponja carnívora foi descoberta no litoral oeste dos Estados Unidos, a 3500 m de profundidade. Recebeu o nome científico *Chondrocladia lyra*, por se parecer com uma lira, ou harpa. Seus finos "tentáculos" capturam crustáceos.



Monterey Bay Aquarium Research Institute (MBARI)

^ **Esponja carnívora** descoberta recentemente na Califórnia. Os prolongamentos medem cerca de 30 cm de altura.

## Quantas são as classes de cnidários?

Você já sabe que a classificação dos seres vivos é uma ferramenta de estudo dinâmica, que está sempre sofrendo alterações conforme novas evidências são aceitas pela comunidade científica. Não é diferente com a classificação dos cnidários.

Existe uma proposta que admite outra classe de cnidários além dos hidrozoários, cifozoários e antozoários: é a classe Cubozoa. As cubomedusas têm o corpo quadrado, o que explica seu nome, e são tradicionalmente classificadas entre os cifozoários.

Os acidentes mais graves com cnidários geralmente ocorrem com cubomedusas. No Brasil existem duas espécies, *Tamoya haplonema* e *Chiropsalmus quadrumanus*, embora as ocorrências envolvendo-as sejam raras. Cerca de 25% dos acidentes com animais marinhos no litoral brasileiro acontecem com as caravelas, de acordo com o médico Vital Haddad Jr.

Veja no Manual mais comentários a respeito de acidentes envolvendo águas-vivas.

Compressas com água do mar gelada aliviam a dor, enquanto a pessoa é encaminhada ao serviço médico.

Fonte: D'AMBROSIO, O. Acidentes com águas-vivas foram acima do normal, diz médico. *SP Notícias*. 06 jan. 2008. Disponível em: <<http://www.saopaulo.sp.gov.br/spnoticias/lenoticia.php?id=90846>>. Acesso em: 10 abr. 2016.



Avaro Migotto/Acervo do fotógrafo

^ *Chiropsalmus quadrumanus*, uma **cubomedusa** que ocorre no litoral brasileiro e mede cerca de 6 cm de diâmetro.





## Arrecifes ou recifes

**Recifes**, ou arrecifes, são verdadeiros paredões naturais, largos e, às vezes, profundos, que ocorrem no mar.

Os recifes podem ser formados pelos esqueletos de corais (principalmente antozoários) ou por acúmulo de produtos das rochas e dos solos, como o arenito, com participação da atividade de alguns organismos, podendo ocorrer até mesmo a presença de corais. Existem, assim, dois tipos de recifes: os de coral, chamados também de recifes coralíneos, e os de pedra. Esse último tipo, recifes de pedra, pode ser observado em praticamente toda a costa nordeste do Brasil, tendo dado origem ao nome da capital do estado de Pernambuco.

Os recifes coralíneos encontram-se em mares de águas claras e quentes, pois essas são as condições para o desenvolvimento dos pólipos. O maior recife de coral do mundo é a Grande Barreira de Recife, na região nordeste da costa australiana, com mais de 2000 quilômetros de extensão.

Os recifes presentes na costa brasileira são quase todos recifes de pedra. No Brasil, os recifes de coral ocorrem apenas em Abrolhos e Ilhéus (Bahia), e no atol das Rocas.

Os recifes de coral formam um sistema equilibrado, fornecendo abrigo e alimentação a vários outros seres vivos marinhos, como peixes, moluscos, estrelas-do-mar, tartarugas marinhas e anêmonas.

Por que tantas espécies marinhas dependem dos recifes coralíneos para sua sobrevivência? Os ecossistemas recifais se formam em águas claras, com poucos nutrientes em suspensão. Mas a luz – fator que, em conjunto com a temperatura, é determinante no desenvolvimento de um recife – promove a proliferação de algas microscópicas que vivem em mutualismo dentro dos pólipos de coral, colaborando na nutrição desses animais. Além disso, há também algas macroscópicas que se instalam no recife e servem de base para a teia alimentar.

Alterações na qualidade da água, relacionadas à interferência humana nos oceanos, estão

afetando os recifes e ameaçando seriamente a sobrevivência das espécies que ali existem. Entre os fatores, estão alterações na temperatura da água, lançamento de esgoto ou de sedimentos no mar e poluição.

Um fenômeno observado em recifes coralíneos dos mais diversos locais – inclusive nos do Brasil – é o branqueamento de corais. Alterações na água causam a morte das algas que vivem nos pólipos de coral. Com a ausência dessa associação, os corais ficam mais vulneráveis à poluição e muitos morrem.

Não apenas os corais que formam recifes estão ameaçados pelo branqueamento. O coral-cérebro do gênero *Mussismilia*, que só ocorre no litoral brasileiro, é um exemplo de coral verdadeiro que não forma recifes, mas pode estar ameaçado de extinção.

Fonte: Centro de Biologia Marinha (Cebimar), Universidade de São Paulo. Disponível em: <<http://cebimar.usp.br>>. Acesso em: 07 abr. 2016.



^ **Coral-cérebro** (*Mussismilia braziliensis*), em Abrolhos (BA). No detalhe, os pequenos pólipos desse coral, que expõem seus tentáculos à noite.

### DEPOIS DA LEITURA...

Procure mais informações a respeito do branqueamento de corais. Uma boa dica é consultar o *site* citado acima. Com seus colegas, discutam sobre a nossa responsabilidade na preservação dos recifes de coral e produzam cartazes ou um video-documentário explicando suas conclusões para os demais alunos da escola.

Veja informações no Manual.

## Revendo e aplicando conceitos

1. A medusa (1) e o pólipo (2) possuem simetria radial. A planária (3) e o ser humano (4) possuem simetria bilateral. Consulte o Manual.

1. Com exceção de algumas espécies, os animais apresentam simetria corporal. Dizemos que a simetria é bilateral quando o corpo do animal pode ser dividido em duas metades simétricas (como se estivessem projetadas em um espelho) por apenas um plano, que "cortaria" o corpo no sentido longitudinal. A simetria radial apresenta vários planos traçados a partir de um eixo longitudinal, possibilitando a divisão do corpo em várias metades simétricas.

Considere os desenhos esquemáticos a seguir e classifique-os quanto à simetria, justificando a resposta.



Luís Moural/Arquivo da editora

2. Compare poríferos e cnidários quanto à forma de obtenção do alimento e às etapas de digestão. Inclua na resposta as estruturas envolvidas, para cada grupo.

2. Os poríferos são filtradores e os cnidários, predadores. Veja comentários no Manual.

3. Em uma reportagem intitulada "Fibra óptica de esponja", publicada na revista *Ciência Hoje* (outubro de 2003, p. 17), é comentada a descoberta de uma esponja marinha que consegue captar luz com suas espículas de sílica, com eficiência semelhante à da fibra óptica, embora não tenha sido possível concluir se a esponja se beneficia dessa luz. A estrutura dessas espículas será estudada para servir de modelo na fabricação de fibras ópticas mais eficientes pelo ser humano.

3. a) Espículas são estruturas de sustentação secretadas por células de poríferos, formando um endoesqueleto que pode ser calcárioo ou de sílica.

a. O que são espículas e qual é a sua função?

b. Algumas espécies de esponjas eram antigamente utilizadas como esponjas de banho, mas certamente a esponja descrita na reportagem não o seria. Por quê?

4. Compare coanócitos e cnidócitos, quanto à estrutura e função de cada uma dessas células. Relacione cada um desses tipos celulares aos animais estudados neste capítulo.

4. Os coanócitos possuem um colarinho gelatinoso situado ao redor do flagelo e estão envolvidos na captura de partículas de alimento; filo dos poríferos. Os cnidócitos possuem filamento que injeta líquido urticante, para defesa e captura de presas; filo dos cnidários.

## Trabalhando com gráficos

5. b) Consulte o Manual.

5. Quantas espécies de seres vivos existem na Terra? Um grupo de pesquisadores sugeriu um número como resposta: 8,7 milhões. Analisando o número de espécies até hoje conhecidas, eles elaboraram um modelo matemático que permitiu estimar a diversidade nos reinos Animalia, Plantae, Fungi e Protista (os procariontes não foram incluídos na análise).

5. c) Resposta pessoal. Sugestão: adaptações a diferentes ambientes.

Segundo esse modelo, estima-se que existam cerca de 7,77 milhões de espécies animais, 298 000 de plantas, 611 000 de fungos e 63 900 de protistas. Para os animais, apenas 12% das espécies já foram identificadas pela Ciência; para as plantas, estima-se que 72% das espécies sejam conhecidas.

Fonte: MORA, C. et al. *How Many Species Are There on Earth and in the Ocean?* PLOS Biology. 23 ago. 2011. Disponível em: <[www.plosbiology.org/article/info:doi/10.1371/journal.pbio.1001127](http://www.plosbiology.org/article/info:doi/10.1371/journal.pbio.1001127)> (em inglês). Acesso em: 01 maio 2016.

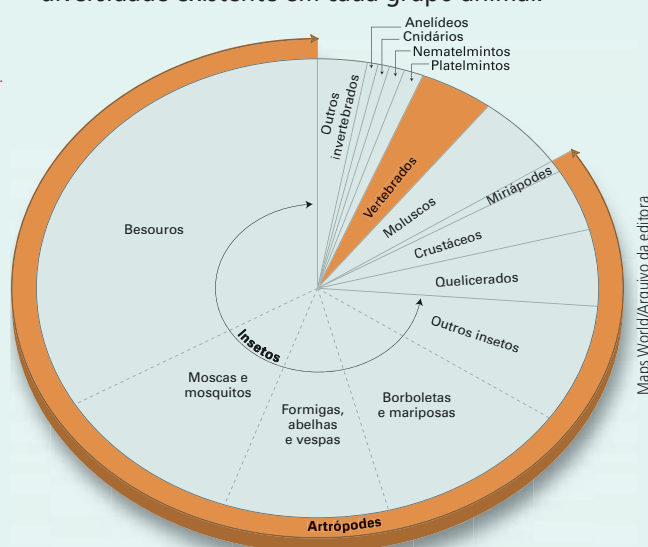
Com base nesses dados, responda: 5. a) Consulte o Manual.

a. Elabore dois gráficos que mostrem o quanto ainda falta conhecer do reino animal e do reino das plantas.

b. Em sua opinião, por que é difícil analisar a diversidade de espécies no reino Monera?

c. Cite algumas características que, em sua opinião, expliquem o grande número atual de espécies animais, em comparação com os outros grupos de seres vivos.

6. Analise o gráfico a seguir, que foi feito com base na diversidade existente em cada grupo animal.



Fonte: RUPPERT, E. E.; BARNES, R. D. *Invertebrate zoology*. 6 ed. Saunders College Publishing, 1994.

a. Que título você daria para esse gráfico?

6. a) Resposta pessoal. Sugestão: Diversidade no Reino Animal.

b. Compare a diversidade de invertebrados com a de vertebrados.

6. b) A diversidade de invertebrados é muito maior que a de vertebrados. É importante lembrar que o termo invertebrado não corresponde à categoria taxonômica.

7. a) As esponjas possuem células eucarióticas animais, são heterótrofas e, em seu desenvolvimento embrionário, formam blástula.

7. b) A água circula pelo corpo das esponjas, passando por poros, canais e átrio. Substâncias dissolvidas na água podem ser absorvidas pela esponja.

## Ciência, Tecnologia e Sociedade

7. As esponjas são, de maneira geral, desconhecidas pelas pessoas. Quem vê uma esponja pode ter dificuldade em acreditar que se trata de um animal. E qual é a importância de uma esponja? Antes de responder, devemos refinar essa pergunta: importante para quem?



Auscapes/Getty Images

^ Esponja marinha.

As esponjas são importantes para outros seres aquáticos. São consideradas “hotéis vivos”, porque abrigam em suas cavidades grande diversidade de organismos. Muitos deles buscam abrigo ocasionalmente dentro de uma esponja para escapar de predadores e aproveitar a água que ali circula, cheia de nutrientes. Existem animais especializados em viver associados a esponjas. Estudos recentes mostram que as esponjas-do-mar liberam substâncias que atraem quimicamente os seres que vivem associados a elas.

Em relação à produção de compostos químicos, existe uma área muito promissora que é a pesquisa de fármacos (substâncias que podem ser usadas no tratamento de doenças) obtidos de esponjas. Assim, existe um vasto campo de estudos, químicos ou ecológicos, envolvendo as esponjas. Para se ter uma ideia das possibilidades futuras, basta lembrar que na costa brasileira já foram identificadas mais de 350 espécies de poríferos.

Para saber mais, leia o artigo “O ‘diálogo’ químico das esponjas”, de Suzi M. Ribeiro et al. (Universidade Federal Fluminense) para a Revista *Ciência Hoje*, v. 43, n. 254, novembro de 2008, p. 34-39.

Com base nesse texto e nos seus conhecimentos sobre os poríferos, responda:

- Que argumentos você usaria para afirmar a uma pessoa que as esponjas são animais?
- Muitas espécies de esponjas são estudadas como indicadores ambientais, pois não sobrevivem em águas poluídas. Que característica dos poríferos está associada a esse fato?
- Qual é a responsabilidade das pessoas em relação à preservação de animais marinhos como as esponjas? Converse com os colegas a respeito. 7. c) Resposta pessoal.

- Reúna-se com um grupo de colegas e juntos elaborem uma “campanha publicitária” com o objetivo de apresentar ao público em geral o grupo dos poríferos, destacando sua importância ecológica. Podem ser formulados cartazes, *jingles*, panfletos informativos.
- d) Resposta pessoal. Veja comentários no Manual.

## Questões do Enem e de vestibulares

- (Fuvest-SP) Os acidentes em que as pessoas são “queimadas” por cnidários ocorrem com frequência no litoral brasileiro. Esses animais possuem cnidoblastos ou cnidócitos, células que produzem uma substância tóxica, que é composta por várias enzimas e fica armazenada em organelas chamadas nematocistos. Os cnidários utilizam essa substância tóxica para sua defesa e a captura de presas.
  - Em que organela(s) do cnidoblasto ocorre a síntese das enzimas componentes da substância tóxica?
  - Ribossomos, nos quais ocorre a síntese proteica (enzimas são proteínas).
  - Após a captura da presa pelo cnidário, como ocorrem sua digestão e a distribuição de nutrientes para as células do corpo do animal? 8. b) Consulte o Manual.
- (Unicamp-SP) Alguns hidrozoários coloniais, como a *Obelia sp.*, ocorrem na natureza sob a forma de pólipos e medusas. 9. a) Reprodução assexuada por brotamento. Novas colônias surgem por reprodução sexuada, com formação de uma larva.
  - Como uma colônia destes hidrozoários se origina? E como essa colônia dá origem a novas colônias?
  - Que estrutura comum aos pólipos e às medusas é encontrada somente nesse filo? Qual é a sua função? 9. b) Cnidócito, célula com função de defesa e captura de alimento.
- (Unesp) Divulgou-se recentemente (Revista *Pesquisa Fapesp* n. 100, junho de 2004) a identificação de uma nova classe dos Cnidaria, chamada Staurozoa. A característica marcante das medusas adultas de uma das duas ordens dessa nova classe é que elas vivem agarradas a rochas ou algas através de uma estrutura chamada pedúnculo. Antes da proposição de um sistema de classificação biológica por Lineu em 1758, alguns naturalistas consideravam os cnidários como plantas. A natureza animal desses organismos somente foi reconhecida no século XIX, quando alguns naturalistas os classificaram com as esponjas.
  - Essa mudança proposta recentemente de uma nova classe para os cnidários altera ou fere de alguma forma os critérios gerais de classificação biológica propostos por Lineu em 1758? Justifique a resposta. 10. a) Não. Veja comentários no Manual.
  - Considerando que a classificação biológica tem levado em conta as características dos organismos, por que foi sugerida uma nova classe e não um novo filo de animais, no presente caso? 10. b) Sendo medusas, devem fazer parte do filo Cnidaria.



# Platelmintos e nematódeos

COMENTÁRIOS  
GERAIS

## 1 Significados dos nomes

O termo helminto ou helminte, do grego *helminthos*, significa verme e é geralmente associado a animais de corpo alongado que, em muitos casos, são causadores de doenças... Mas o que é um verme?

Do ponto de vista da sistemática zoológica, verme não existe! Os vermes não correspondem a nenhuma categoria de classificação do reino Animal.

Os animais que popularmente chamamos vermes estão organizados em diversos filos, sendo que dois deles serão considerados neste capítulo: os platelmintos – filo Platyhelminthes – e os nematódeos (nematelmintos) – filo Nematoda. Veja nas imagens abaixo um exemplo de cada grupo.

Platelminto: verme (*helminthos* ou *helmintho*) achatado (*plato*).  
Nematelminto: verme em forma de fio (*nema*).

PENSE E  
RESPONDA

Consulte o glossário etimológico e descubra o significado de **platelminto** e **nematelminto**. Relacione cada nome com o grupo ao qual a solitária pertence e a qual pertence a lombriga, observando as características morfológicas desses animais nas fotos ao lado.

< **Solitária** ou **tênia**: um platelminto parasita. O verme adulto pode medir de 2 m a 8 m de comprimento.

Os comprimentos da tênia são válidos para *Taenia solium*; *Taenia saginata* pode chegar a 12 m. Fonte: CDC (em inglês). Disponível em: <[http://www.cdc.gov/parasites/taeniasis/health\\_professionals/](http://www.cdc.gov/parasites/taeniasis/health_professionals/)>. Acesso em: 06 jun. 2013.

< **Lombriga**: um nematelminto parasita. O verme adulto pode chegar a 40 cm de comprimento.



A solitária é um dos exemplos mais conhecidos de **platelminto**, termo que significa “verme” (*helminthos*) “achatado” (*plato*). O corpo é claramente achatado dorsoventralmente; é um parasita do intestino humano e tem o nome popular de “solitária” porque, como regra geral, não se desenvolve mais do que um indivíduo no mesmo hospedeiro.

A lombriga é um dos **nematódeos** mais conhecidos e também é parasita do intestino humano, ocorrendo geralmente em grande número no mesmo indivíduo, chegando a formar verdadeiras bolas de vermes. Ela apresenta claramente a característica que dá nome ao grupo: é um verme roliço, em forma de “fio” (*nema*), com as extremidades do corpo afiladas.

> **Planária**, um platelminto de vida livre (mede cerca de 1 cm de comprimento). Na foto, uma espécie de água doce.



> **Nematelminto** de vida livre. Na foto, uma espécie que vive em solos úmidos; mede menos de 1 mm de comprimento.



Os exemplos dados, da solitária e da lombriga, são de vermes parasitas. No entanto, existem muitos vermes de vida livre, entre os platelmintos e principalmente entre os nematelmintos. Veja nesta página dois exemplos de vermes de vida livre.

Existem várias espécies de planárias e elas podem ser encontradas em solos úmidos, em água doce e no mar. A planária apresentada aqui é comum em água doce. As planárias pertencem à única classe de platelmintos de vida livre.

Observe na imagem ao lado um nematelminto de vida livre. No caso dos nematelmintos, a maioria é de vida livre, com representantes que vivem no mar, na água doce e no solo, e um número menor de espécies corresponde aos parasitas.

Vamos conhecer, a seguir, um pouco mais sobre esses dois grupos de vermes.

## 2 Platelminhos

Na evolução dos animais, a partir dos platelmintos, todos os animais passaram a apresentar corpo formado a partir de três folhetos germinativos (ectoderme, mesoderme e endoderme), sendo assim, triblásticos.

Surgiu também a simetria bilateral com base na organização externa do corpo, e as células nervosas passaram a se concentrar na região anterior, da qual partem cordões nervosos que vão enervar outras regiões corporais. Verifica-se, portanto, um início de **cefalização** do sistema nervoso, que atinge seu ponto máximo nos mamíferos.



### PENSE E RESPONDA

A cefalização é a concentração de células nervosas na região anterior do corpo e, na evolução dos animais, essa característica tornou-se desenvolvida. Em sua opinião, a cefalização significou uma vantagem na evolução dos animais? Por quê?

Sim, provavelmente essa característica trouxe vantagens adaptativas para os animais triblásticos em relação à captação e ao processamento de estímulos vindos do ambiente. O acúmulo de células nervosas e sensoriais da região anterior do corpo relaciona-se ao desenvolvimento do encéfalo.

Em *Vamos criticar o que estudamos?*, ao final deste capítulo, apresentamos os conceitos de pseudoceloma e celoma. Os alunos podem compará-los com a estrutura do corpo da planária, um acelomado.

Além do corpo achatado dorsoventralmente, os platelmintos apresentam outras características. Eles têm sistema digestório incompleto, com boca e sem diferenciação de ânus, sendo que em alguns parasitas o sistema digestório é ausente. Neste último caso, os nutrientes são absorvidos diretamente do corpo do hospedeiro, pela superfície do corpo do parasita.

Os platelmintos não apresentam sistema respiratório nem sistema circulatório. O corpo não tem cavidade interna (pseudoceloma nem celoma), o espaço entre a parede do corpo e a do intestino é totalmente preenchido por células de origem mesodérmica, formando um **parênquima** maciço. Eles são, portanto, animais **acelomados**.

O filo dos platelmintos tem sido revisado em sua taxonomia, mas, em nosso estudo, vamos considerar três classes tradicionalmente reconhecidas, mostradas na tabela a seguir.

| Filo dos Platelminintos |                                          |
|-------------------------|------------------------------------------|
| Classe dos Turbelários  | Animais de vida livre, em sua maioria    |
| Classe dos Trematódeos  | Podem ser ectoparasitas ou endoparasitas |
| Classe dos Cestódeos    | São todos endoparasitas                  |

## 2.1 Turbelários

Veja comentários a respeito dos tubelários no Manual.

Os principais representantes dos **turbelários** são as **planárias**. Existem espécies marinhas, geralmente encontradas em mares rasos, de águas claras. Muitas apresentam cores vibrantes e se locomovem na água por movimentos musculares ondulatórios. É o caso da planária marinha mostrada na foto ao lado.

Há planárias terrestres também, vivendo em ambientes quentes e úmidos, deslocando-se entre folhas e troncos caídos sobre o solo. Muitas espécies foram identificadas no Brasil, a maioria na Mata Atlântica.

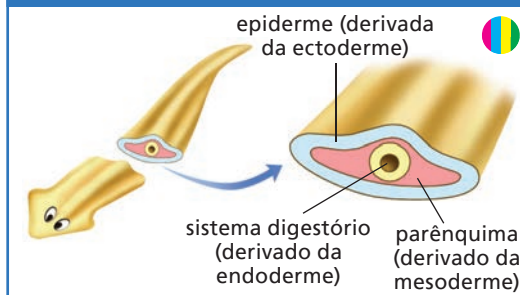
Existem espécies de água doce, como a mostrada na página anterior, que vivem no fundo lodoso de lagos, deslizando sobre o muco secretado pela região ventral do corpo. É esta planária que vamos utilizar como modelo em nosso estudo.

A planária apoia-se no substrato com a região ventral do corpo, que é bem mais clara do que a dorsal. Na região dorsal e anterior do corpo, existem estruturas que lembram “olhos”, os **ocelos**. Eles não formam imagens, mas permitem à planária perceber variações de sombra e luz, o que auxilia na orientação. As planárias são animais que fogem da luz, preferindo viver abrigadas em locais sombreados.

A boca e o poro genital situam-se na região ventral. A planária normalmente se alimenta deslizando o corpo sobre o alimento e projetando uma longa faringe através da boca; libera, então, enzimas digestivas e suga o alimento parcialmente digerido. O intestino ramificado é responsável pela distribuição e digestão parcial dos nutrientes pelo corpo. O restante da digestão ocorre dentro das células que revestem o tubo digestório.

Uma lista de planárias terrestres encontradas no Brasil e uma chave de identificação estão disponíveis no site do Prof. Fernando Carbayo, da Universidade de São Paulo: <<http://planarias.each.usp.br/>>. Acesso em: 17 maio 2016.

### Planária: animal acelomado



Luis Moura/Arquivo da editora

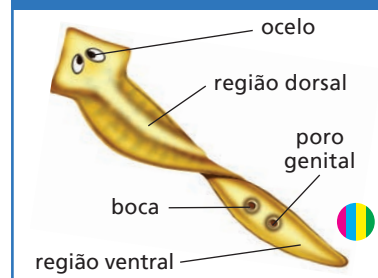
Esquema simplificado mostrando a estrutura interna do corpo de um **animal acelomado**, a planária. Observe que a única cavidade corporal é a formada pelo sistema digestório.



Kim Briers/Shutterstock

Planária marinha encontrada em recifes do oceano Índico. Ela mede cerca de 2 cm de comprimento.

### Planária



Luis Moura/Arquivo da editora

Esquema mostrando algumas estruturas do corpo da **planária**.



Apesar de grande parte da excreção das planárias ser realizada por difusão através da superfície do corpo, existem estruturas especiais, os **protonefrídios**, cuja função é excretora, eliminando do corpo especialmente o excesso de água e outras substâncias. Os protonefrídios formam uma rede de tubos, que termina em poros na região dorsal do corpo, e apresentam nas extremidades das ramificações, dentro do parênquima, células especiais flageladas. Essas células flageladas recebem o nome de **células-flama** quando apresentam um feixe de flagelos, e **solenócitos** quando têm apenas um flagelo. Elas realizam a filtração dos fluidos presentes nas células do parênquima e conduzem os resíduos para os poros excretores.

✓ Esquema ilustrando a **troca de gametas entre duas planárias**, que são hermafroditas.

As planárias são hermafroditas, mas raramente apresentam autofecundação.

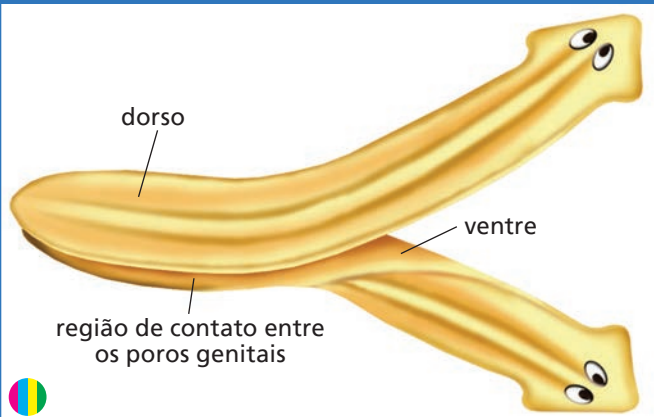
Assim, para a reprodução sexuada há necessidade de dois indivíduos, que se unem de forma a colocar seus poros genitais em contato um com o outro. Desse modo, os espermatozoides de uma planária podem alcançar e fecundar os óvulos da outra. Os ovos formados ficam envoltos por uma cápsula que é depositada pela fêmea sob pedras e folhas. Dessas cápsulas eclodem as planárias jovens, sem passar pelo estágio larval.

A planária também se reproduz assexuadamente por fissão transversal e, além disso, é um animal dotado de grande capacidade de **regeneração** do corpo.

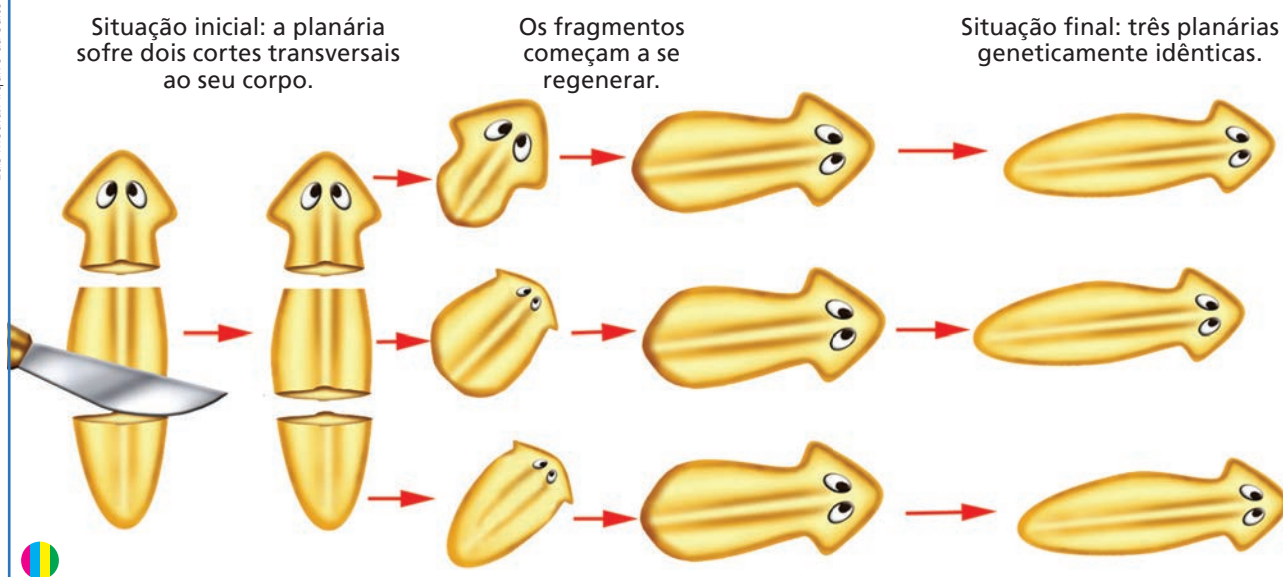
Pode-se, experimentalmente, cortá-la em duas ou mais partes e observar que cada uma

delas regenera completamente o animal. É o que está representado esquematicamente na ilustração abaixo.

### Acasalamento de planárias



### Regeneração em planária



✓ Esquema de **regeneração em planária**, em situação experimental. Nesse exemplo, a planária sofre dois cortes. Cada uma das três partes, por meio do processo de regeneração, dará origem a um indivíduo inteiro.

## 2.2 Trematódeos

Como você já sabe, os **trematódeos** são parasitas, sendo alguns ectoparasitas e outros endoparasitas.

A imagem ao lado mostra um trematódeo endoparasita humano: o **esquistossomo** (*Schistosoma mansoni*), animal com grande **dimorfismo sexual**, ou seja, macho e fêmea apresentam muitas diferenças no aspecto externo do corpo. A fêmea é bem mais fina do que o macho e este apresenta um sulco, ou fenda longitudinal no corpo. Foi esse sulco, ou fenda, que valeu o nome de esquistossomo a esses animais (*esquisto* = com fenda; *somo* = corpo) e é nele que a fêmea se aloja, o que facilita a reprodução.

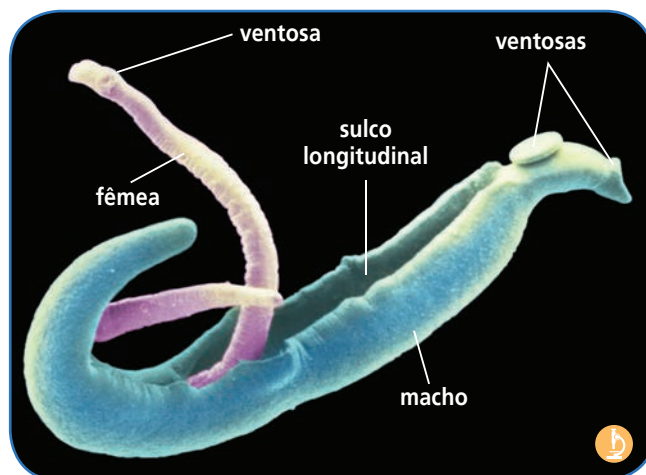
O esquistossomo é responsável por uma doença grave, a **esquistossomose**, que causa, entre outros sintomas, a “barriga-d’água”, assim conhecida em função da grande dilatação do abdômen por causa, principalmente, das alterações que ocorrem no fígado do hospedeiro.

Os vermes adultos se alojam principalmente nos vasos sanguíneos do mesentério. Tanto o macho quanto a fêmea apresentam ventosas na região anterior do corpo, com as quais se fixam nos vasos sanguíneos de seus hospedeiros.

Uma vez fecundadas, as fêmeas depositam os ovos em vasos sanguíneos do intestino humano, que se rompem; os ovos caem no intestino, do qual são eliminados com as fezes.

Em contato com a água do ambiente, cada ovo se desenvolve em uma larva conhecida por **miracídio**, que penetra o corpo de caramujos do grupo dos planorbídeos.

Dentro do corpo dos caramujos, os miracídios multiplicam-se assexuadamente e dão origem, ao final do processo, a outro tipo de larva, a **cercária**, capaz de nadar livremente na água. Esse processo assexuado de reprodução é muito intenso, sendo que cada miracídio pode originar cerca de 200 mil cercárias.



NIBSC/SPL/Latinstock

Um casal de **esquistossomos** em cópula. Observe que o macho (em azul) apresenta um sulco longitudinal, no qual a fêmea (em rosa) fica alojada. O macho mede cerca de 1 cm de comprimento.



Fábio Colombini/Acervo do fotógrafo

Um **Caramujo transmissor da esquistossomose**, do gênero *Biomphalaria*. Sua concha achatada mede cerca de 2 cm de diâmetro.



Dr. Sulzer/CDC

**Cercárias**, as larvas do esquistossomo que saem do caramujo e infestam o ser humano. Elas receberam um tratamento para ficarem fluorescentes; cada uma mede cerca de 0,5 mm de comprimento.



### MULTIMÍDIA

#### Esquistossomose – quebrando o ciclo

<<http://www.arca.fiocruz.br/handle/icict/6866>>

Este filme, de 25 minutos, foi produzido pela Fundação Oswaldo Cruz e mostra os desafios na prevenção e no tratamento da esquistossomose. Para assisti-lo acesse o *link* indicado.

Acesso em: 13 abr. 2016.



Reprodução



**SUGESTÃO  
DE ATIVIDADE**



## CURIOSIDADE

## 1. Infestação de lagoas

Quando as cercárias penetram a pele, é comum sentir a região coçar, razão pela qual as lagoas onde elas ocorrem são conhecidas como “lagoas de coceira”.

## 2. Vacina contra esquistossomose

No ano de 2014, o desenvolvimento de uma vacina contra *Schistosoma mansoni* pela Fundação Oswaldo Cruz recebeu apoio financeiro da Organização Mundial da Saúde (OMS). Em fase de testes em seres humanos, a vacina poderá salvar muitas vidas no Brasil e na África. Segundo a pesquisadora Miriam Tendler, da Fiocruz, o reconhecimento do projeto pela OMS mostra a importância de uma vacina que será acessível às populações pobres e acarretará melhora na qualidade de vida das pessoas.

Fonte: <<http://unasus.gov.br/noticia/projeto-da-fiocruz-de-vacina-contr-esquistossomose-e-selecionado-pela-oms>>. Acesso em: 13 abr. 2016.

Saneamento básico, hábitos de higiene, controle dos caramujos planorbídeos, não nadar em lagoas infestadas ou cuja qualidade da água é desconhecida.



## PENSE E RESPONDA

Com base no que você acabou de ler, anote no caderno algumas medidas essenciais para prevenir a esquistossomose.

Paulo Cesar Pereira/Arquivo da editora

As figuras estão representadas em diferentes escalas.





## 2.3 Cestódeos

Os **cestódeos** são representados principalmente pelas **tênia**s, das quais as duas mais conhecidas e de maior importância médica são a *Taenia solium* e a *Taenia saginata*, que parasitam o intestino humano.

Esses animais são conhecidos popularmente por solitárias, pelo fato de que, normalmente, ocorre apenas um indivíduo no intestino humano parasitado. Elas podem atingir grandes tamanhos, chegando até aproximadamente 8 metros de comprimento.

A parte anterior do corpo de uma tênia, denominada **escólex**, lembra uma pequena cabeça, em que se situam as ventosas por meio das quais o animal se fixa à parede intestinal do hospedeiro. É possível diferenciar as duas espécies de tênia pelo escólex, como você pode verificar no desenho ao lado: na espécie *Taenia solium* há ganchos, que não ocorrem em *Taenia saginata*.

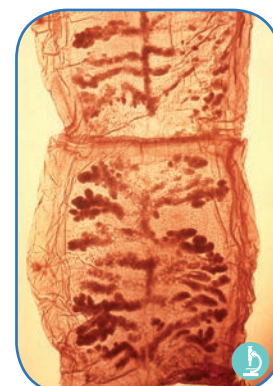
As ventosas e os ganchos são estruturas de fixação, não exercendo função de boca. Esses animais não têm sistema digestório. A absorção dos nutrientes ocorre pela superfície de todo o corpo e o material absorvido é o que foi digerido pelo hospedeiro.

A partir do escólex, o corpo da tênia é formado por numerosas partes que se repetem e são denominadas **proglótides**. Elas são formadas por um processo chamado **estrobilação**, que ocorre apenas em uma pequena parte do corpo, próxima ao escólex. Assim que são formadas, as proglótides são pequenas e pouco desenvolvidas, mas, à medida que novas proglótides se formam, as que já haviam sido produzidas passam a ficar distantes do escólex e começam a crescer. No interior de cada proglótide, há desenvolvimento do sistema reprodutor, sendo que primeiro se desenvolve o sistema reprodutor masculino e, depois, em uma mesma proglótide, o sistema reprodutor feminino. Há, como regra geral, formação de óvulos e de espermatozoides em momentos distintos dentro da mesma proglótide.

✓ Esquema do **escólex** de *Taenia saginata* e o de *Taenia solium*. O escólex mede cerca de 1 mm de comprimento.

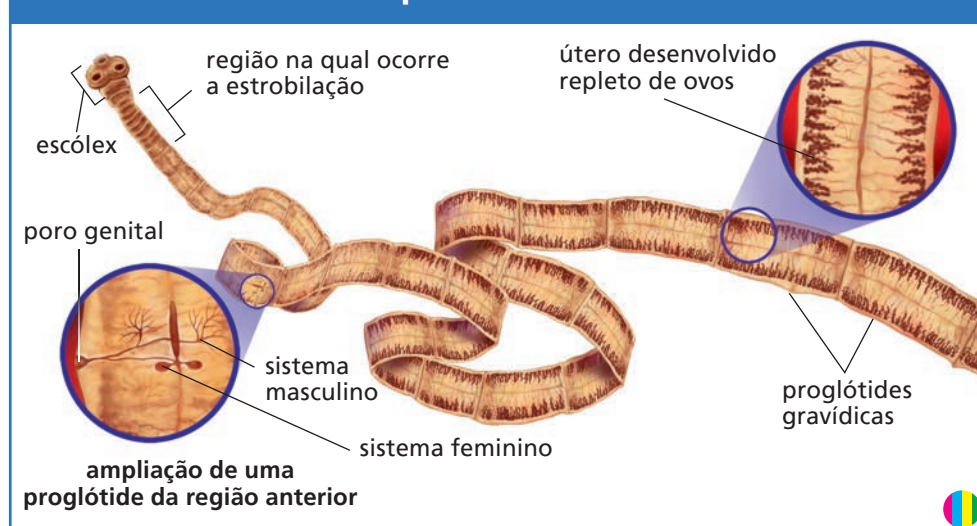


Oswaldo Sequetin/Arquivo da editora



CDC

### Corpo de uma tênia



Oswaldo Sequetin/Arquivo da editora

#### Proglótide gravídica de *Taenia solium*.

As manchas escuras dentro da proglótide correspondem ao útero cheio de ovos. A estrutura mede cerca de 9 mm de comprimento.

◀ Esquema ilustrando a estrutura de uma **tênia**.



As tênias são, portanto, hermafroditas e apresentam uma forma curiosa de **autofecundação**: uma proglótide de um mesmo indivíduo une-se a outra pelos seus respectivos poros genitais, e os espermatozoides maduros de uma das proglótides passam para a outra, que contém os óvulos maduros. Raramente, ocorre a fecundação de óvulos por espermatozoides de mesma proglótide.

À medida que ocorre a fecundação, formam-se numerosos ovos, que se acumulam no útero, presente em todas as proglótides. Enquanto o útero aumenta de tamanho, as demais partes do sistema reprodutor atrofiam e, no interior das proglótides, fica o útero cheio de ovos. Essas proglótides são chamadas **gravídicas** e podem ser liberadas na cavidade intestinal do hospedeiro e eliminadas com as fezes.

Proglótides novas e imaturas são continuamente formadas, por estrobilação, na região situada logo após o escólex e vão repondo, à medida que se desenvolvem, as proglótides liberadas.

Quando as fezes contendo proglótides são eliminadas diretamente no solo ou na água, os ovos contaminam os alimentos a serem ingeridos por animais, como bois e porcos. Os ovos da tênia são microscópicos, medindo cerca de 40 µm. Se forem ingeridos, desses ovos surgem larvas que se instalam nas diferentes partes do corpo do animal, sendo muito frequente a instalação nos músculos (carne).

No caso da espécie *Taenia solium*, o hospedeiro intermediário é o porco, enquanto o da espécie *Taenia saginata* é o boi.

As larvas são os **cisticercos** e ficam no meio das fibras da carne de boi ou de porco, com aspecto arredondado e esbranquiçado. Por isso, fala-se popularmente que essas carnes estão com **canjicas** ou **pipocas**.

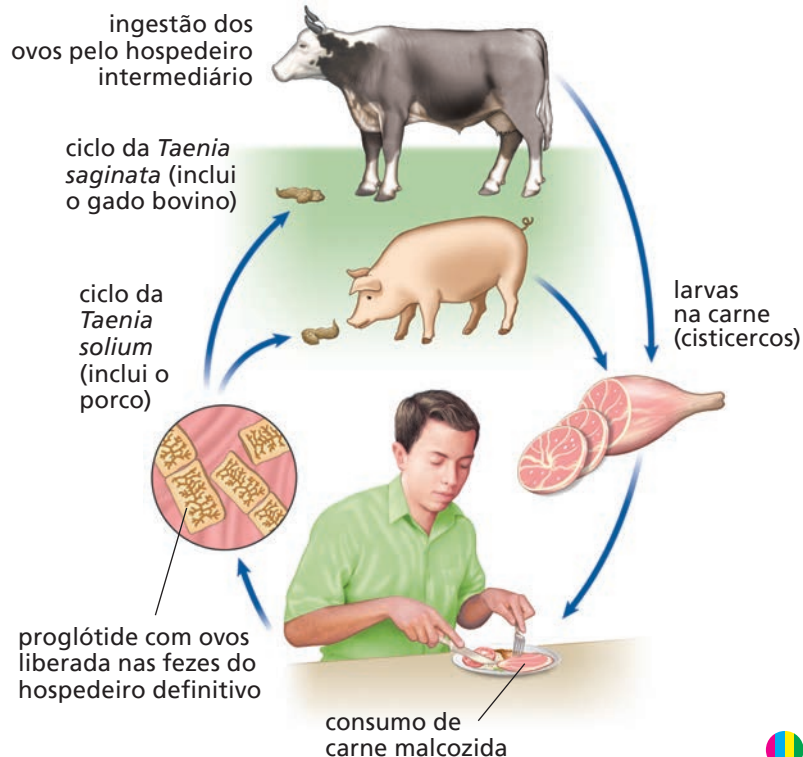
O ser humano é o hospedeiro definitivo do verme e adquire o parasita ao comer carne com cisticercos.

Estes se instalam na parede intestinal, originando a tênia adulta. Veja a representação do ciclo reprodutivo da tênia no esquema ao lado.

As tênias adultas instaladas no intestino humano causam a verminose conhecida por **teníase**, cujos principais sintomas são diarreia, emagrecimento e dor abdominal que geralmente melhora quando a pessoa come.

A prevenção da teníase depende de medidas de higiene, como não defecar no solo ou na água, saneamento básico, observação da procedência de carne bovina e suína, bem como cuidados no seu preparo; o cozimento (carne "bem-passada") destrói os cisticercos. O tratamento dos doentes é fundamental sempre, tanto pela saúde da pessoa quanto para evitar a propagação da doença.

### Ciclo reprodutivo da tênia



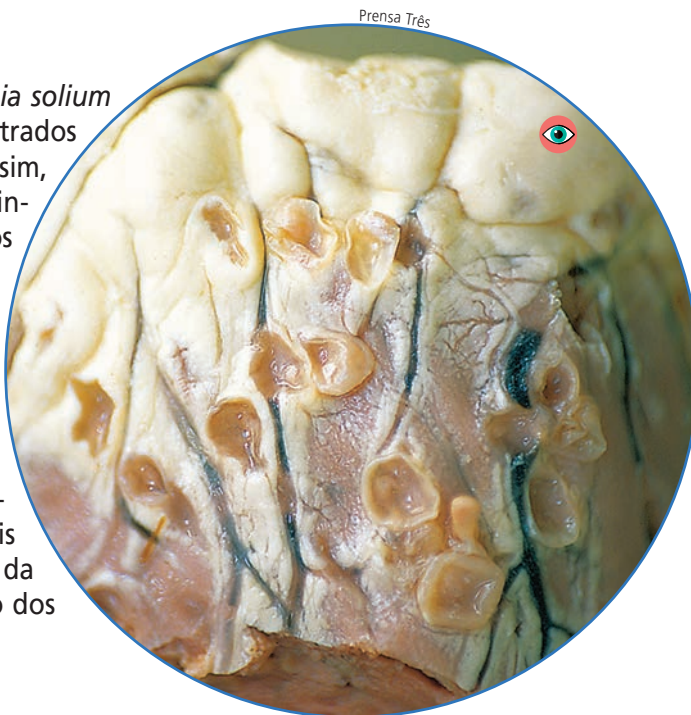


## Cisticercose

Uma alteração no ciclo reprodutivo da *Taenia solium* pode ocorrer quando proglótides e ovos encontrados em alimentos são ingeridos por uma pessoa. Assim, o que normalmente aconteceria no hospedeiro intermediário ocorre no organismo humano: os ovos formam cisticercos, que se instalam nos músculos ou em outros órgãos da pessoa.

A ocorrência de cisticercos em seres humanos é conhecida por **cisticercose**, que é particularmente grave quando as larvas localizam-se em órgãos como o cérebro.

A profilaxia da cisticercose consiste em cuidados no consumo de água, verduras e frutas, pois nesse caso deve ser evitada a ingestão dos ovos da tênia, liberados no ambiente pelas fezes, e não dos cisticercos encontrados na carne.



^ Cisticercos alojados em coração de porco.

## 3 Nematódeos (Filo Nematoda)

Os **nematódeos** ou **nematelmintos**, como você sabe, são vermes cilíndricos e com extremidades afiladas.

Eles têm sistema digestório completo, com boca e ânus, o que não ocorre nos cnidários e nos platelmintos.

A respiração é cutânea, isto é, a troca de gases respiratórios ocorre por difusão através da superfície do corpo: o oxigênio passa do meio para o corpo, e o gás carbônico passa do corpo para o meio externo.

Não há sistema circulatório. A função desse sistema relacionada à distribuição dos gases respiratórios e dos nutrientes digeridos no intestino é feita pelo líquido presente na cavidade do corpo, que nos nematelmintos é um **pseudoceloma**. O líquido do pseudoceloma participa também da sustentação do corpo dos nematelmintos, atuando como um esqueleto hidrostático.

A excreção é realizada por estruturas especiais, as **renetes**, mas também pode ocorrer eliminação de excretas por difusão através da superfície do corpo.

Os nematelmintos apresentam uma cutícula envolvendo o corpo, que atua como proteção contra substâncias do ambiente em que vivem.

Algumas espécies de nematelmintos são parasitas, mas a maioria é de vida livre, sendo encontradas no mar, na água doce e no solo. Entre os principais nematelmintos parasitas do ser humano estão a lombriga, o ancilóstomo, a filária, o oxiúro e o bicho-geográfico, os quais comentaremos a seguir.

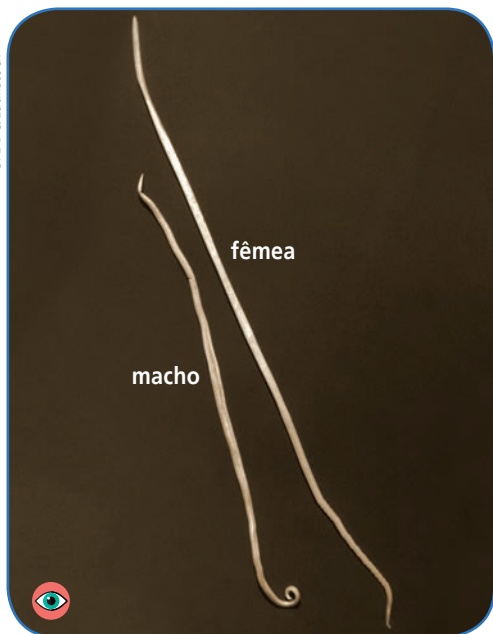


^ Nematódeo de vida livre, que mede cerca de 1 mm de comprimento.



### 3.1 Nematódeos parasitas do ser humano

SPL DC/Latinstock



#### Lombriga

A lombriga é parasita do intestino humano, no qual pode ocorrer em grande número, chegando a formar verdadeiras massas capazes de provocar obstrução intestinal. A doença é chamada **ascaridíase**, em razão do nome científico da lombriga, *Ascaris lumbricoides*.

As lombrigas são animais de sexos separados, como você pode ver na foto ao lado. Os machos possuem comprimento menor do que as fêmeas e sua extremidade posterior tem forma de gancho. Com essa extremidade, o macho envolve o corpo da fêmea no momento da cópula.

Da mesma forma que ocorre com a lombriga, a maioria das espécies de nematelmintos têm sexos separados; o dimorfismo sexual também é regra geral, como comentado.

A fecundação é interna, e os ovos formados passam a apresentar um envoltório espesso e resistente. Eles saem do corpo da fêmea pelo poro genital feminino e, no caso dos parasitas intestinais, como a lombriga, caem no intestino do hospedeiro e são eliminados com as fezes.

Acompanhe como ocorre a transmissão da lombriga no esquema abaixo.

DIVULGAÇÃO PNLD

^ Macho e fêmea de *Ascaris lumbricoides*. A fêmea mede cerca de 40 cm de comprimento e é sempre maior que o macho.

Saneamento básico, hábitos de higiene, consumir água tratada e filtrada ou fervida, lavar bem verduras e frutas com água tratada.



**PENSE E RESPONDA**

Anote no caderno algumas medidas para evitar a infestação pelo *Ascaris lumbricoides*, relacionando-as ao ciclo reprodutivo do verme. Lembre-se de que o tratamento dos doentes é fundamental sempre, tanto pela saúde da pessoa quanto para evitar a propagação da doença.

Paulo Cesar Pereira/Arquivo da editora

As figuras estão representadas em diferentes escalas.

#### Transmissão de *Ascaris lumbricoides*



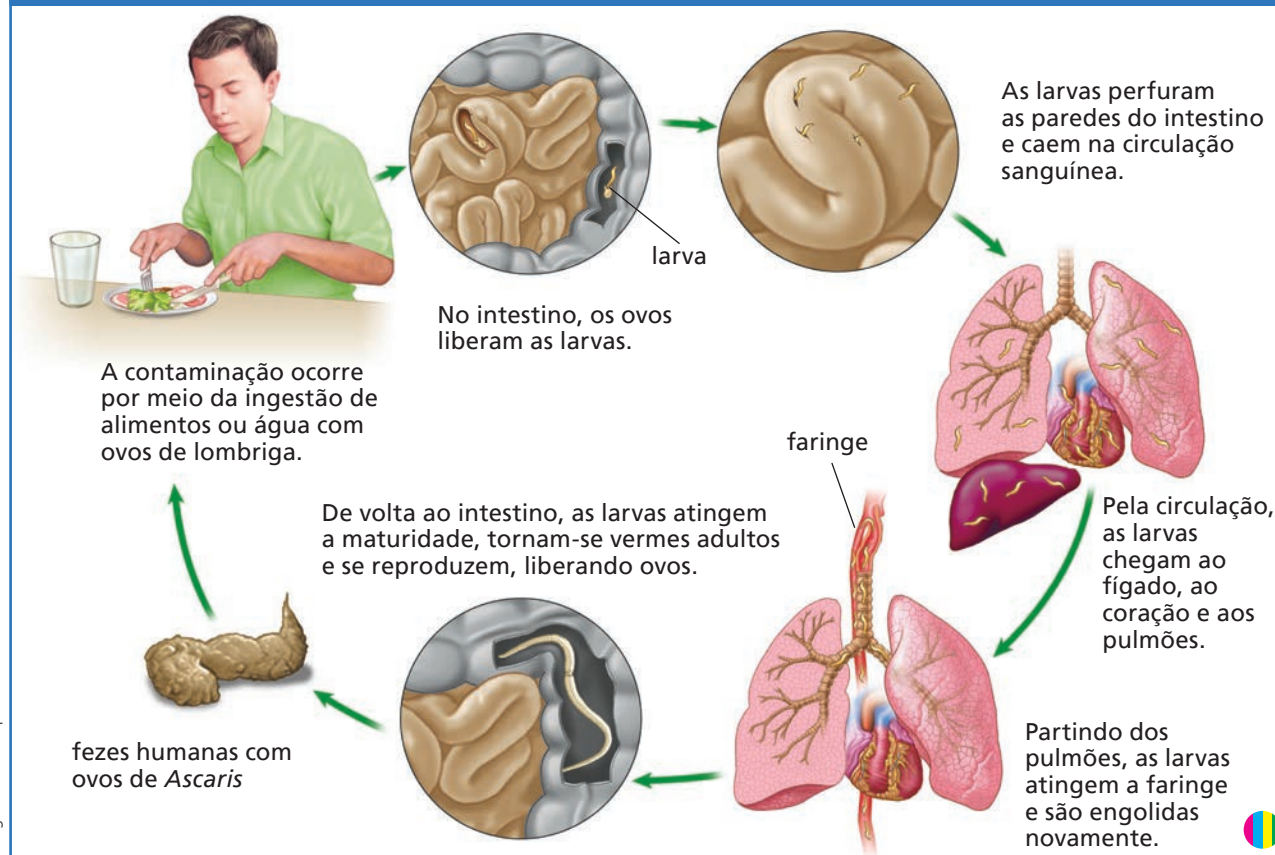
Os ovos presentes nas fezes de uma pessoa com ascaridíase podem contaminar água e alimentos, se a defecação for realizada no ambiente. A ingestão dos ovos causa a infestação do parasita no ser humano.

Observe no esquema a seguir o que acontece com os ovos de lombriga que foram ingeridos.



< **Ovo de *Ascaris lumbricoides***. O ovo mede cerca de 80 µm de comprimento.

### Ciclo reprodutivo de *Ascaris lumbricoides*



Paulo Cesar Pereira/Arquivo da editora

DIVULGAÇÃO PNLD

As figuras estão representadas em diferentes escalas.

As larvas, que se originam dos ovos, atravessam a parede do intestino e entram nos vasos sanguíneos, sendo levadas pela circulação, chegando principalmente ao fígado, ao coração e aos pulmões. Nos pulmões, perfuram os alvéolos e saem pelos brônquios, atingindo a laringe e a faringe.

Chegando à faringe, as larvas, já em desenvolvimento, são deglutidas e, alcançando o intestino, tornam-se vermes adultos, reiniciando o ciclo.

A lombriga é um parasita cujo ciclo reprodutivo desenvolve-se em um único hospedeiro, o ser humano.

Como a infestação não depende da ação do parasita, pois é o hospedeiro que ingere os ovos, dizemos que ela é **passiva**. Nos casos em que depende da ação do parasita, como as larvas de esquistossomo, a infestação é dita **ativa**.



< **Lombrigas** adultas. Uma única pessoa pode abrigar dezenas desses parasitas, se o tratamento e a prevenção da reinfestação não forem realizados.

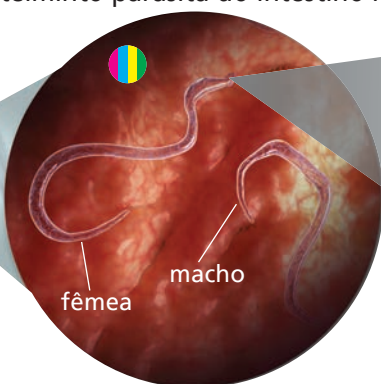
Veja no Manual a lista, elaborada pela FAO e pela OMS, com os principais parasitas transmitidos por alimentos, no mundo.

## Ancilóstomo

O **ancilóstomo**, cujo nome científico é *Ancylostoma duodenale*, é outro nematelminto parasita do intestino humano.



Science Picture Co/Getty Images



Esquema de **ancilóstomos macho e fêmea** (esta mede cerca de 1,5 cm de comprimento). A fêmea é maior do que o macho.

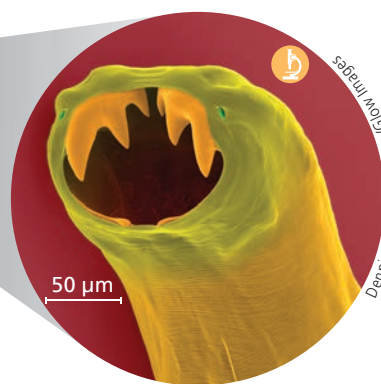


Imagem mostrando a **região anterior de ancilóstomo** adulto. Observe as estruturas cortantes ao redor da boca.

Como mostra a imagem, os ancilóstomos têm estruturas cortantes na extremidade anterior do corpo, ao redor da boca. Com essas estruturas, eles ferem a parede intestinal, na qual se fixam, retirando sangue do qual se nutrem.

O ancilóstomo geralmente retira mais sangue do que necessita e, além disso, as feridas produzidas por ele costumam sangrar continuamente. Com isso, perdendo muito sangue, o hospedeiro torna-se anêmico, o que lhe dá o aspecto pálido, "amarelado", originando o termo popular **amarelão** para designar a **ancilostomose**, nome da doença causada pelo ancilóstomo.

Os ancilóstomos, da mesma forma que as lombrigas, são animais de sexos separados. Após a fecundação, as fêmeas eliminam os ovos, que saem pelo poro genital feminino. Esses ovos caem dentro do intestino do hospedeiro e misturam-se às fezes, com as quais são eliminados para o ambiente.

Acompanhe, no esquema a seguir, como ocorre a infestação por ancilóstomo.



### CURIOSIDADE

Além de "amarelão", a doença recebe também outros nomes populares, geralmente regionais, como "opilação", "mal da terra", "mofina" e "canguari".

### Ciclo reprodutivo do ancilóstomo



As figuras estão representadas em diferentes escalas.

Paulo César Pereira/Arquivo da editora



Veja a definição do Instituto Trata Brasil, uma Organização da Sociedade Civil de Interesse Público (OSCIP) que reúne empresas brasileiras interessadas na proteção dos recursos hídricos de nosso país: “Saneamento é o conjunto de medidas que visa preservar ou modificar as condições do meio ambiente com a finalidade de prevenir doenças e promover a saúde, melhorar a qualidade de vida da população e a produtividade do ▼

As larvas, que se desenvolvem dos ovos em solos úmidos, são diminutas, medindo cerca de 0,7 mm de comprimento, e penetram o hospedeiro através da pele, principalmente pelos pés descalços. Assim, de forma ativa, as larvas atravessam a pele e caem na corrente sanguínea, por meio da qual chegam aos pulmões. Perfuram, então, os alvéolos pulmonares e entram nas vias aéreas, chegando à faringe e à boca, pela qual são ingeridas, atingindo o intestino delgado, no qual se fixam.

O amarelão, além de ser causado pelo *Ancylostoma duodenale*, pode também ser causado por outro nematelminto, o *Necator americanus*, razão pela qual também recebe o nome de **necatoriose** ou **necatoríase**.

Assim como no caso da ascaridíase, a prevenção da ancilostomose exige saneamento básico. No entanto, ao contrário das larvas das lombrigas, as larvas do ancilóstomo desenvolvem-se no solo: evitar o contato da pele com elas, andando sempre calçado, também é uma medida profilática importante para prevenir o amarelão. O tratamento dos doentes é fundamental sempre, tanto pela saúde da pessoa quanto para evitar a propagação da doença.

## Filária

A **filária**, cujo nome científico é *Wuchereria bancrofti*, é um nematelminto parasita dos vasos linfáticos humanos, causador da filariose. A doença pode obstruir esses vasos, dificultando a eliminação do excesso de líquido dos tecidos, chegando, em casos mais graves, a causar inchaço. É o que ocorre, por exemplo, com a elefantíase, quadro em que as pernas incham tanto, que lembram as “pernas de um elefante”, daí o nome da doença. Esse inchaço, no entanto, pode ocorrer em outras partes do corpo, como escroto e mamas.

Machos e fêmeas de filárias acasalam-se nos vasos linfáticos humanos e, após a fecundação, dos ovos eclodem pequenas larvas no interior do corpo das fêmeas. Essas larvas, chamadas **microfilárias**, saem do corpo das filárias fêmeas e passam para a corrente sanguínea humana. Durante o dia, elas ficam nos vasos mais internos do corpo humano, mas à noite migram para os vasos superficiais da pele, dos quais podem ser sugadas pelas fêmeas do mosquito do gênero *Culex*, que são hematófagas e picam principalmente à noite. Esse mecanismo garante a continuidade do ciclo de vida do parasita no corpo do mosquito, que é o hospedeiro intermediário.

No corpo do mosquito, as larvas sofrem modificações e ficam em condições de infestar outra pessoa. Quando o mosquito suga o sangue de outra pessoa, transmite o parasita, reiniciando o ciclo reprodutivo desse verme. Os vermes adultos têm comprimento que varia de 3 cm a 10 cm, sendo as fêmeas maiores que os machos.



## REÚNA-SE COM OS COLEGAS

O que é saneamento básico e qual é a sua relação com a saúde de uma população?

Discuta este tema com seu grupo e busque informações complementares em livros e em sites de divulgação científica. A partir das discussões e das informações selecionadas, vocês podem elaborar um infográfico ou um cartaz mostrando a importância do saneamento básico e divulgá-lo em sua escola ou bairro.

► indivíduo e facilitar a atividade econômica. No Brasil, o saneamento básico é um direito assegurado pela Constituição e definido pela Lei n. 11.445/2007 como o conjunto dos serviços, infraestrutura e instalações operacionais de abastecimento de água, esgotamento sanitário, limpeza urbana, drenagem urbana, manejo de resíduos sólidos e de águas pluviais.”

Existem muitos dados que confirmam a relação entre o saneamento básico e as condições de vida de uma população. Um exemplo, oferecido pela OSCIP citada, é uma estimativa de que 65% das internações hospitalares de crianças com menos de 10 anos de idade estão relacionadas à deficiência ou inexistência de esgoto e água limpa.

Ao longo deste livro, os alunos conheceram diversas doenças transmitidas pela falta de saneamento básico, seja por meio do consumo de água e alimentos contaminados com parasitas ou pelo contato com esgoto e fezes humanas e de animais.

Fonte: Instituto Trata Brasil. Disponível em: <<http://www.tratabrasil.org.br/o-que-e-saneamento>>. Acesso em: 30 maio 2016.



^ Essa pessoa apresentava, na época da fotografia, **elefantíase** nas pernas. Neste caso, a elefantíase foi consequência da filariose.



^ **Microfilária** (mede cerca de 300 µm de comprimento).



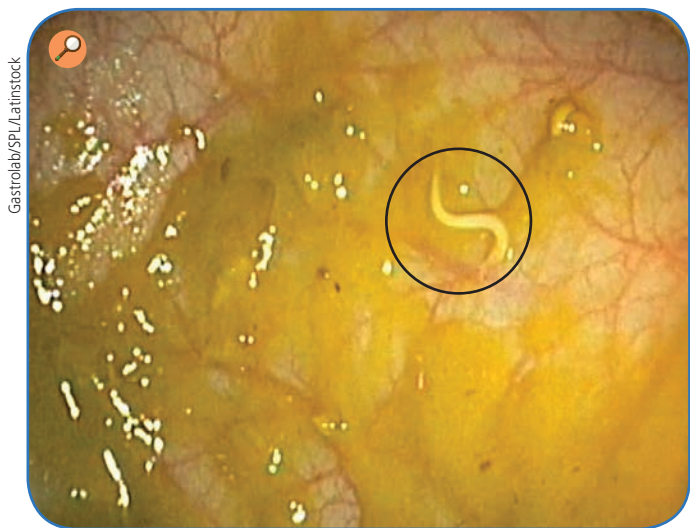
CDC/James Gathany

- ↗ A fêmea do mosquito *Culex*, conhecida popularmente por pernilengo ou muriçoca, mede cerca de 0,4 cm de comprimento.

A profilaxia da filariose consiste fundamentalmente no combate ao vetor, ou seja, o agente transmissor, o que pode ser feito pelo uso de repelentes de insetos e pela instalação de telas em portas e janelas, além da eliminação dos locais de reprodução do mosquito, que são aqueles onde pode se acumular água (pneus velhos, garrafas e potes vazios, pratos de vasos de plantas etc.). O tratamento dos doentes é fundamental sempre, tanto pela saúde da pessoa quanto para evitar a propagação da doença.

## Oxiúro

O **oxiúro** (*Enterobius vermicularis*) é um nematelminto que parasita o intestino humano. As fêmeas, após a fecundação, liberam grande número de ovos e podem ser eliminadas com as fezes ou se fixar na região anal, onde provocam forte irritação e consequente coceira.



Gastrolab/SPL/Latinstock

- ↗ **Oxiúro** adulto fixado à parede do intestino grosso. A imagem foi obtida por endoscopia, em que uma pequena câmera é introduzida na luz intestinal.



Faculdade de Medicina da Universidade de Lisboa

- ↗ *Enterobius vermicularis*, o oxiúro. O verme adulto mede cerca de 12 mm de comprimento.

A infestação por oxiúros é chamada **oxiurose** ou **enterobiose**. Ela ocorre de forma indireta pela ingestão de alimentos que se contaminaram pelos ovos do parasita, ou de forma direta quando a pessoa coça a região anal, contamina as mãos com os ovos e as leva à boca.

Os ovos ingeridos desenvolvem-se em larvas, que são liberadas no intestino, onde se transformam em adultos, reiniciando o ciclo.

## Bicho-geográfico

O **bicho-geográfico** pertence à espécie *Ancylostoma braziliensis*, um verme parasita do intestino de cães e gatos. Com as fezes dos animais infestados são eliminados os ovos do verme, que a fêmea desse parasita produz após a fecundação.

Dos ovos, eclodem larvas que podem infestar outros cães e gatos. Elas também conseguem penetrar a pele do ser humano, pela qual se deslocam continuamente, causando lesões e muita coceira. Em seu deslocamento irregular, formam marcas na pele que lembram as linhas de um mapa, o que gerou a denominação popular de "bicho-geográfico". As larvas não penetram a corrente sanguínea e não se desenvolvem em vermes adultos, pois o ser humano não é hospedeiro natural desse verme.

Entre os locais mais propícios ao contágio por essas larvas estão a areia da praia e os tanques de areia, tão comuns em parques infantis. A presença de cães e gatos nesses lugares deve, portanto, ser sempre evitada.



SUGESTÃO  
DE ATIVIDADE



PENSE E  
RESPONDA

Além do bicho-geográfico, escreva em seu caderno uma verminose que pode ser evitada pelo uso de calçados.

Amarelão.



## Asquelmintos

Neste capítulo, em que estudamos os vermes, não falamos em asquelmintos (Aschelminthes). No entanto, é possível que você encontre esse termo em outras fontes de consulta.

O que é asquelminto?

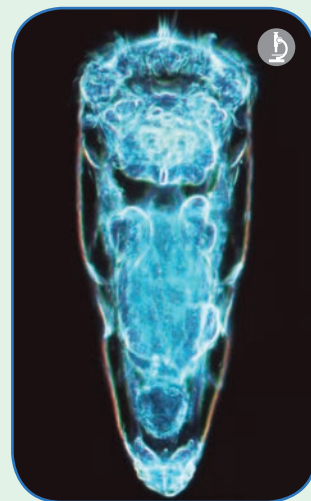
Em classificações antigas, o termo “asquelminto” era utilizado para designar um filo ao qual pertenciam os nematelmintos, então considerados uma classe.

Atualmente, “asquelminto” não tem significado sistemático em zoologia, sendo usado apenas como um coletivo para designar vários grupos de animais pseudocelomados. Além dos nematelmintos (Filo Nematoda), organismos de filos que não são estudados no Ensino Médio possuem pseudoceloma, como o Filo Rotifera, Filo Nematomorpha, entre outros. Nem todos os animais pseudocelomados são vermes. Muitos cientistas acreditam que a presença de pseudoceloma não

indica um parentesco evolutivo entre esses filos, justificando assim a invalidade taxonômica do grupo dos asquelmintos.

O termo “asquelmintos” significa “verme (*helminthos*) com envoltório (*askos*)”, nome relacionado ao fato de serem animais com uma cutícula espessa envolvendo o corpo, que é importante para proteção contra as numerosas substâncias presentes no ambiente em que vivem.

➤ Animal do zooplâncton pertencente ao filo **Rotifera** (pode medir de 200 µm a 500 µm de comprimento).



Laguna Design/SPL/Latinstock

## Pseudoceloma

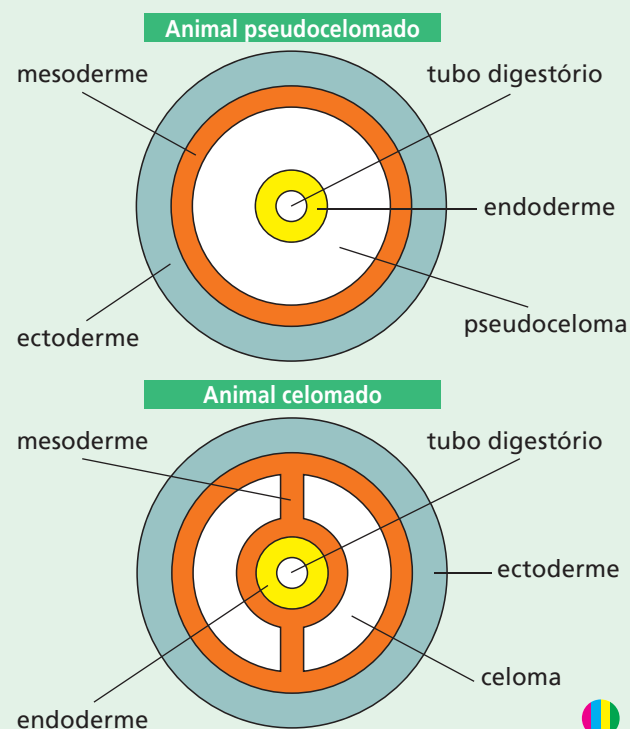
Vimos no capítulo anterior que os poríferos apresentam até a fase de blástula em seu desenvolvimento embrionário. Os cnidários apresentam gástrula e formam dois folhetos ou tecidos embrionários: a ectoderme e a endoderme.

A partir dos platelmintos, todos os outros grupos animais são triblásticos, ou seja, possuem três folhetos embrionários: ectoderme, endoderme e mesoderme. A maioria dos animais triblásticos desenvolve uma cavidade corporal chamada **celoma**, delimitada por células mesodérmicas.

Os platelmintos, como vimos neste capítulo, são acelomados, ou seja, não possuem celoma. A única cavidade interna é o tubo digestório.

Os nematódeos são pseudocelomados, ou seja, possuem pseudoceloma: cavidade delimitada em parte por células derivadas da mesoderme e em parte por células de origem endodérmica. A outra cavidade corporal é o tubo digestório.

A presença de cavidade corporal preenchida por líquido representou, na evolução dos animais, sustentação do corpo e diferentes possibilidades de locomoção, além de ser um espaço que abriga diversos órgãos internos.



Selma Caparroz/Arquivo da editora

➤ Esquema comparando, de modo simplificado, a estrutura interna de um animal **pseudocelomado** e de um **celomado** em relação à cavidade corporal.





Mantivemos no texto a grafia usada por Lobato em suas obras, como *Sítio do Picapau Amarelo* e "...ocupados em pôr ovos alheios".

## Jeca Tatu e o amarelão

O escritor brasileiro Monteiro Lobato, que escreveu as famosas histórias do *Sítio do Picapau Amarelo*, também escrevia regularmente crônicas e cartas aos jornais, geralmente fazendo análise crítica da economia, política e sociedade de nosso país. Em uma dessas cartas, publicada no jornal *O Estado de S. Paulo* em 1917, sob o título "A velha praga", Lobato afirmou:

"Este funesto parasita da terra é o CABOCLO, espécie de homem baldio, seminômade, inadequado à civilização..."

Lobato estava criticando os trabalhadores rurais que, segundo ele, só sabiam causar queimadas e eram "preguiçosos". Ele levou suas impressões e críticas a um texto do livro *Urupês*, publicado no ano seguinte, criando o personagem Jeca Tatu. A repercussão foi grande e o nome do personagem logo se tornou sinônimo de "caipira", homem do interior. As três primeiras edições esgotaram-se rapidamente. Jeca Tatu tornou-se, segundo um discurso de Rui Barbosa, "símbolo de preguiça e fatalismo, de sonolência e imprevisão, de esterilidade e tristeza, de subserviência e embotamento".

No início do século XX, pesquisadores do Instituto Oswaldo Cruz, no Rio de Janeiro, tinham maior conhecimento das moléstias que assolavam o povo brasileiro, principalmente em áreas rurais.

Monteiro Lobato ficou sabendo das pesquisas do Instituto, principalmente com os trabalhos dos pesquisadores Belisário Pena e Arthur Neiva. A convivência com os pesquisadores levou o escritor a rever sua ideia preconceituosa do homem do campo.

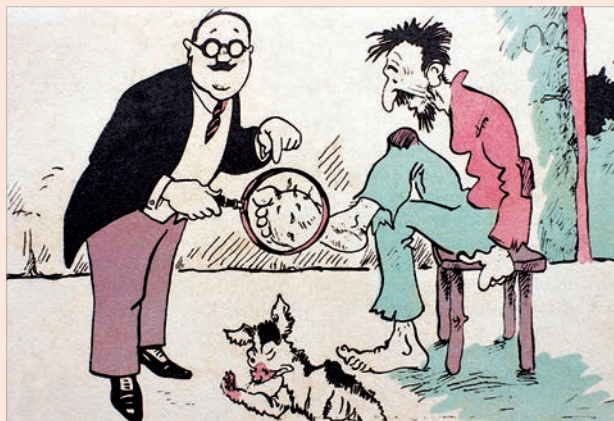
No prefácio da quarta edição de *Urupês*, Lobato se desculpou:

"Eu ignorava que eras assim, meu caro Jeca, por motivo de doenças tremendas. Está provado

que tens no sangue e nas tripas todo um jardim zoológico da pior espécie. É essa bicharia cruel que te faz papudo, feio, molenga, inerte. [...] Um país com dois terços de seu povo ocupados em pôr ovos alheios."

Monteiro Lobato engajou-se então na luta pelo saneamento básico em nosso país. Escrevia artigos e cartas denunciando o descaso para com as populações mais pobres: "Legiões de criancinhas morrem como bichos de fome e verminose". Como era uma pessoa influente, acabou forçando o governo paulista a lançar uma campanha sanitária.

Ele escreveu *Jeca Tatu – a ressurreição*. O conto ficou conhecido como *Jeca Tatuzinho* e deu origem a uma história em quadrinhos divulgada em todo o país por um almanaque. Por meio do personagem, eram transmitidas noções fundamentais de prevenção de verminoses. Na história, Jeca Tatu, antes considerado mole e preguiçoso, descobre que sofre de amarelão. Recebeu o tratamento adequado, curou-se e tornou-se um fazendeiro rico.



Reprodução

Fonte:

PALMA, A. Monteiro Lobato e a gênese do Jeca Tatu. *Agência Focruz de Notícias*, dez. 2003. Disponível em: <<http://www.invivo.fiocruz.br/cgi/cgilua.exe/sys/start.htm?infoid=1035&sid=7>>. Acesso em: 08 abr. 2016.

## DEPOIS DA LEITURA...

O texto analisa, além da questão da doença em si, um outro fator importante: o preconceito. Destaque trechos do texto em que é possível perceber o preconceito e discuta com os colegas como é perigoso em termos sociais rotular pessoas, seja por qual motivo for. Comentem o que isso pode acarretar na vida da pessoa que recebe o rótulo.

Resposta pessoal. O texto destaca a imagem preconceituosa das pessoas da zona rural, consideradas, na época relatada, como "inadequado à civilização" e "símbolo de preguiça e fatalismo, de sonolência e imprevisão, de esterilidade e tristeza, de subserviência e embotamento".

2. Parasitas monoxenos: ancilóstomo e lombriga (nematelmintos).  
Parasitas heteroxenos: esquistossomo, tênia (platelminto) e filária (nematelminto).

## Revendo e aplicando conceitos

1. O corpo dos platelmintos é achatado dorsoventralmente e o corpo dos nematelmintos é cilíndrico.
- Como podemos diferenciar, apenas observando externamente o corpo, um platelminto de um nematelminto? Explique.
  - Os termos monoxeno (um hospedeiro) e heteroxeno (mais de um hospedeiro) estão relacionados com a quantidade de hospedeiros que um parasita possui, para completar seu ciclo reprodutivo. Dê exemplos de um parasita monoxeno e um parasita heteroxeno, para cada filo de vermes estudados neste capítulo.
  - Em relação à tênia ou solitária, faça o que se pede.
    - Organize os conceitos a seguir em uma sequência decrescente em relação à estrutura do corpo, interligando-os por traços. Em cada traço, coloque um verbo de ligação que associe conceitos.

tênia adulta

sistema reprodutor

3. b) A teníase é causada pela presença de tênias adultas no intestino; a cisticercose é causada pela instalação de cisticercos no organismo.

escólex

ovos

proglótide

- Compare a teníase com a cisticercose quanto à forma de infestação.
- Compare o ciclo reprodutivo da lombriga e do ancilóstomo, apontando pelo menos uma semelhança e uma diferença entre eles. 4. Consulte o Manual.
  - Explique por que um dos sintomas mais graves da filariose é a elefantíase. 6. Consulte o Manual.
  - Compare poríferos, cnidários, platelmintos e nematelmintos quanto:
    - à simetria corporal;
    - ao número de folhetos embrionários;
    - à presença de cavidade corporal;
    - ao sistema digestório.

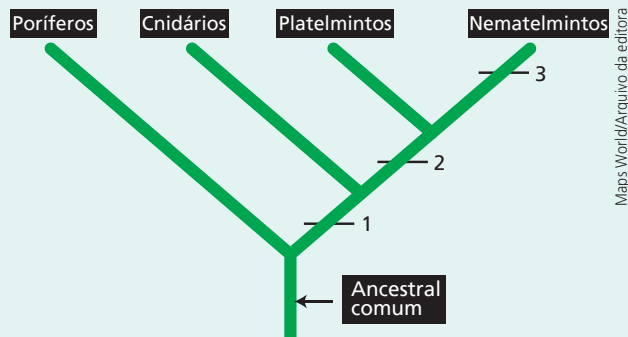
Se desejar, organize a resposta em uma tabela.

## Trabalhando com gráficos

- Considere o cladograma a seguir como uma representação das relações de parentesco evolutivo entre quatro filões de animais invertebrados. Os traços 1, 2 e 3 são chamados "passos" do cladograma e indicam o surgimento de uma característica na história evolutiva.

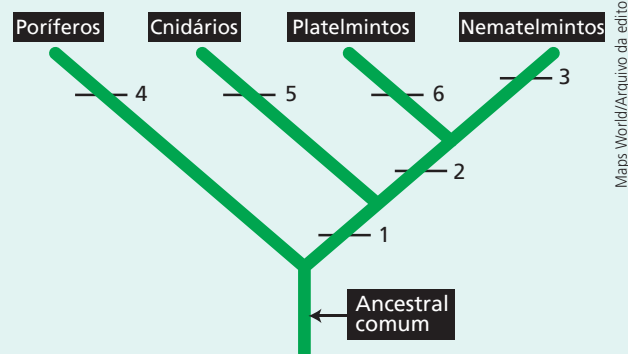
5. As filárias adultas se alojam nos vasos linfáticos, prejudicando a drenagem de líquidos, que se acumulam na região infestada do corpo.

7. b) 1 = tecidos verdadeiros; presença de cavidade digestória. 2 = simetria bilateral; triblásticos. 3 = pseudoceloma; sistema digestório completo.



- Quais características certamente estariam presentes no ancestral comum de todos esses animais?
  - Quais características dos filões poderiam substituir corretamente 1, 2 e 3 no cladograma acima?
- Você deve ter percebido, na questão anterior, que o passo 3 do diagrama poderia fazer referência a uma característica exclusiva dos nematelmintos, já que eles estavam como o ramo mais derivado do cladograma. Considere agora novos passos no cladograma: 4, 5 e 6. Quais características poderiam substituir corretamente 4, 5 e 6?

8. 4 = coanócitos. 5 = cavidade gastrovascular; cnidócitos. 6 = ausência de celoma.



- Os dados a seguir foram obtidos como resultado de um estudo relacionando condições de vida da população com a ocorrência de ascaridíase (CARNEIRO et al., 2002). O estudo foi realizado com crianças nas regiões de Caparaó e Alto Caparaó, Minas Gerais, e publicado em boletim da Organização Mundial da Saúde. A pesquisa foi realizada em 1998, com 1171 crianças e pré-adolescentes até 14 anos de idade, consistindo de questionário aplicado às famílias e exame parasitológico das fezes.

As crianças foram agrupadas em três categorias de nível socioeconômico, baseando-se em critérios como posse de terra, de poços e carros e do nível de escolaridade da mãe. Os índices de saneamento e higiene

7. a) Multicelularidade, células eucarióticas sem parede celular, nutrição heterótrofa por ingestão, segmentação do zigoto e blástula – essas características estão presentes em todos os animais.

foram analisados a partir da fonte de água usada pela família, condições do banheiro, uso de sabão ou sabonete, entre outros.

Analise os resultados e a tabela a seguir:

- 12,2% das crianças apresentavam ovos de *Ascaris lumbricoides* nas fezes.
- 5% foi a ocorrência de ovos de *Ancylostoma duodenale* nas amostras.
- 2,2% foi a ocorrência de ovos de *Schistosoma mansoni* nas amostras.

| Relação entre as condições socioeconômicas e sanitárias da população estudada |                      |        |        |
|-------------------------------------------------------------------------------|----------------------|--------|--------|
| Aspecto sanitário                                                             | Grupo socioeconômico |        |        |
|                                                                               | Baixo                | Médio  | Alto   |
| Infestação por parasitas intestinais                                          | 26,80%               | 11,80% | 6,70%  |
| Alto nível de higiene                                                         | 36,60%               | 43,57% | 57,70% |
| Água corrente nas pias                                                        | 82,91%               | 90,93% | 95,45% |

CARNEIRO, F. F. et al. The risk of *Ascaris lumbricoides* infection in children as an environmental health indicator to guide preventive activities in Caparaó and Alto Caparaó, Brazil. *Bulletin of the World Health Organization* n. 80, 2002, p. 40-46.  
Disponível em: <<http://apps.who.int/iris/handle/10665/71117>>.  
Acesso em: 08 abr. 2016.

- Construa um gráfico relacionando o grupo socioeconômico com a ocorrência de verminoses. Que tipo de gráfico é mais adequado para representar esses dados?
- O que se pode concluir a partir dos resultados da pesquisa?
- A ocorrência de verminoses como a ascaridíase deve ser aproximadamente a mesma para outras regiões do Brasil? Discuta sua opinião com os colegas.
- Qual é a explicação para o fato de outros parasitas também terem sido encontrados nas fezes das crianças analisadas? Compare os ciclos de vida dos vermes citados.

9. Consulte as respostas no Manual.

## Questões do Enem e de vestibulares

(Enem-1998) Leia o texto a seguir e responda às questões 10 e 11. Em uma aula de Biologia, o seguinte texto é apresentado.

### LAGOA AZUL ESTÁ DOENTE

Os vereadores da pequena cidade de Lagoa Azul estavam discutindo a situação da saúde no município. A situação era mais grave com relação a três doenças: doença de Chagas, esquistossomose e ascaridíase (lombriga). Na tentativa de prevenir novos casos, foram apresentadas várias propostas.

- Promover uma campanha de vacinação.
- Promover uma campanha de educação com relação a noções básicas de higiene, incluindo fervura de água.
- Construir rede de saneamento básico.
- Melhorar as condições de edificações das moradias e estimular o uso de telas nas portas e janelas e mosquiteiros de filô.
- Realizar campanha de esclarecimento sobre os perigos de banhos nas lagoas.
- Aconselhar o uso controlado de inseticidas.
- Drenar e aterrar as lagoas do município.

10. (Enem-1998) Em relação à esquistossomose, a situação é complexa, pois o ciclo de vida do verme que causa a doença tem vários estágios, incluindo a existência de um hospedeiro intermediário, um caramujo aquático que é contaminado pelas fezes das pessoas doentes. Analisando as medidas propostas, o combate à esquistossomose terá sucesso se forem implementadas:
- 1 e 6, pois envolvem a eliminação do agente causador da doença e de seu hospedeiro intermediário.
  - 1 e 4, pois além de eliminarem o agente causador da doença também previnem o contato do transmissor com pessoas sãs.
  - 4 e 6, pois envolvem o extermínio do transmissor da doença.
  - 1, 4 e 6, pois atingirão todas as fases do ciclo do agente causador da doença, incluindo seu hospedeiro intermediário.
10. e. e. 3 e 5, pois prevenirão a contaminação do hospedeiro intermediário pelas fezes das pessoas doentes e a contaminação de pessoas sãs por águas contaminadas.
11. (Enem-1998) Para o combate da ascaridíase, a proposta que trará maior benefício social, se implementada pela Prefeitura, será:

- 1
- 3
- 4
- 5
- 6



COMENTÁRIOS  
GERAIS

## 1 Moluscos

O nome **molusco** (filo **Mollusca**) vem do latim *mollis*, que significa mole e faz referência ao corpo dos animais desse grupo. De fato, é muito fácil perceber o corpo mole de alguns moluscos. Veja o aspecto mole do corpo da lula, mostrada na foto ao lado; ela não possui proteção externa, apresentando apenas uma concha interna reduzida. As lesmas terrestres e os nudibrânquios, popularmente conhecidos como lesmas-do-mar, são exemplos de moluscos desprovidos de concha.

Alguns moluscos, no entanto, possuem concha protegendo o corpo, caso do caracol e da ostra. Há também certas espécies de moluscos que têm concha interna, que pode ser muito reduzida, como é o caso das lulas, cuja estrutura é pouco rígida.

Robert Yin/Corbis/Glowimages



◀ **Nudibrânquio**, molusco marinho desprovido de concha. Mede cerca de 1,5 cm de comprimento.

◀ A **lula** tem concha interna reduzida e pouco rígida. O indivíduo da foto mede cerca de 15 cm de comprimento.

Georgette Douwma/SPL/Latinstock



^ **Caracol**, um molusco com concha. A concha do caracol da foto mede cerca de 1,5 cm de diâmetro.

Photodisc/Arquivo da editora



Photodisc/Arquivo da editora

^ Os **bivalves**, grupo dos mariscos e mexilhões, são moluscos com concha externa e articulada, formada por duas partes chamadas **valvas**. Na foto, cada valva mede cerca de 4 cm de diâmetro.



♥ **Ostra perlífera**  
cultivada no litoral  
do Taiti.

♥ **Caracol**, um molusco  
com concha. A  
massa visceral está  
representada em rosa;  
o pé está indicado  
em verde; a cabeça,  
em azul.

A concha dos moluscos apresenta, como regra geral, uma camada externa chamada **perióstraco**, que é composta de material orgânico, e três camadas calcárias. A camada calcária mais interna, que fica em contato com o corpo, é chamada **camada nacara** ou **nácar**, que geralmente é brilhante. Em certas espécies de ostras, o nácar é bem desenvolvido e considerado muito bonito; por isso, antigamente usavam-se essas conchas para a feitura de botões de madrepérola. Além disso, as **pérolas**, de grande valor comercial, são produzidas a partir do nácar quando um elemento estranho, como grão de areia, vai parar entre a concha e o corpo. Como mecanismo de defesa, a ostra começa a produzir camadas nacaraadas ao redor do grão de areia, isolando-o da parte mole do corpo do animal, formando, assim, as pérolas. As principais espécies de ostras perlíferas ocorrem no oceano Pacífico, como é o caso da espécie *Pinctada margaritifera*.

## 1.1 Organização geral do corpo de um molusco

Os moluscos apresentam aspecto externo que varia muito de um para outro. Um polvo, por exemplo, tem aspecto bem diferente de uma ostra ou de um caramujo. Apesar dessa variedade de formas, todos têm **cabeça**, **pé** e **massa visceral**. Os bivalves, como a ostra, têm a cabeça reduzida.

O desenho esquemático abaixo mostra a organização corporal de um caramujo.

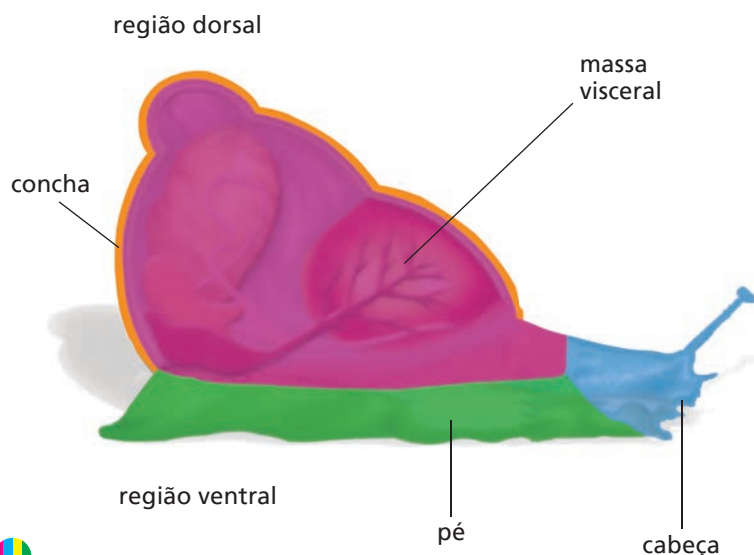
Na cabeça, situam-se a boca, os tentáculos e os olhos. Nos bivalves, como a ostra e o mexilhão, não há cabeça definida, mas há boca. Em outros, como o polvo, a cabeça é extremamente desenvolvida, tanto que o polvo parece formado somente de cabeça e de tentáculos, razão pela qual é classificado, do mesmo modo que a lula, como cefalópode (*cefalo* = cabeça; *pode* = pés).

O sistema digestório com boca, estômago, intestino e ânus é regra geral para todos os moluscos. Na boca dos moluscos, com exceção dos bivalves, existe uma estrutura denominada **rádula**, formada por denticulos quitinosos com os quais raspam o alimento. Além da rádula, as glândulas salivares liberam uma substância mucosa que envolve o alimento, facilitando a ingestão.

Todos os moluscos têm **manto** ou **pállo**, tecido que recobre a região dorsal do corpo e que se expande lateralmente como uma dobra, envolvendo o restante do corpo e delimitando um espaço chamado **cavidade do manto** ou **cavidade palial**. Nos moluscos que possuem concha, esta é secretada pelo manto.

Na cavidade do manto se localizam as aberturas do ânus, do rim e do sistema reprodutor, bem como as estruturas respiratórias, que podem ser brânquias, no caso das espécies adaptadas à respiração na água, ou pulmão, no caso das espécies terrestres. O pulmão dos moluscos corresponde a uma região muito vascularizada do manto na cavidade palial.

### Molusco: organização corporal





Os moluscos, com exceção dos cefalópodes, apresentam **sistema circulatório aberto**, no qual o sangue circula em vasos mas, em certas áreas, entram em contato direto com os tecidos, em lacunas, sendo depois recolhidos novamente nos vasos. Os cefalópodes, no entanto, apresentam **sistema circulatório fechado**. Nesse caso, o sangue circula sempre no interior de vasos e não cai em lacunas nos tecidos.

O sistema nervoso dos moluscos é ganglionar, com gânglios mais desenvolvidos na região cefálica.

Veja no Manual comentário a respeito da classificação dos moluscos.

## 1.2 Diversidade de moluscos

Você já deve ter percebido a existência de três grupos bem distintos de moluscos, representados, por exemplo, pelos caramujos, ostras, polvos e lulas. Eles correspondem a três classes do filo dos moluscos: a classe dos gastrópodes, a dos bivalves e a dos cefalópodes. Existem, no entanto, outras classes, quatro delas apresentadas brevemente mais adiante, neste capítulo.

### Gastrópodes

Os **gastrópodes** são os moluscos dotados de concha em peça única, sem articulação, e que se locomovem graças a um volumoso pé, localizado na região ventral. Esse é o grupo mais diversificado de moluscos, com espécies adaptadas aos ambientes terrestre úmido, de água doce e marinho.

O caracol é um dos representantes mais comuns, sendo terrestre e possuindo uma concha externa bem visível. No entanto, as lesmas, que também são gastrópodes, não possuem concha ou têm uma reduzida concha interna, dependendo da espécie. As “lesmas-do-mar” ou nudibrânquios, que você pode ver na página 177, são gastrópodes marinhos, desprovidos de concha.

Os gastrópodes terrestres respiram, como já vimos, por um pulmão na cavidade do manto, mas os gastrópodes aquáticos têm brânquias.

A diversidade de modos de reprodução nos gastrópodes é muito grande. Existem espécies de sexos separados, outras são hermafroditas. A fecundação pode ser externa ou interna e o desenvolvimento pode envolver fases larvais ou ser direto (sem a formação de larvas). Quando ocorrem fases larvais, elas recebem o nome de trocófora e véliger.

Veja no desenho esquemático a seguir a organização interna de um gastrópode.



Fabio Colombini/Acervo do fotógrafo

#### ^ Lesma terrestre.

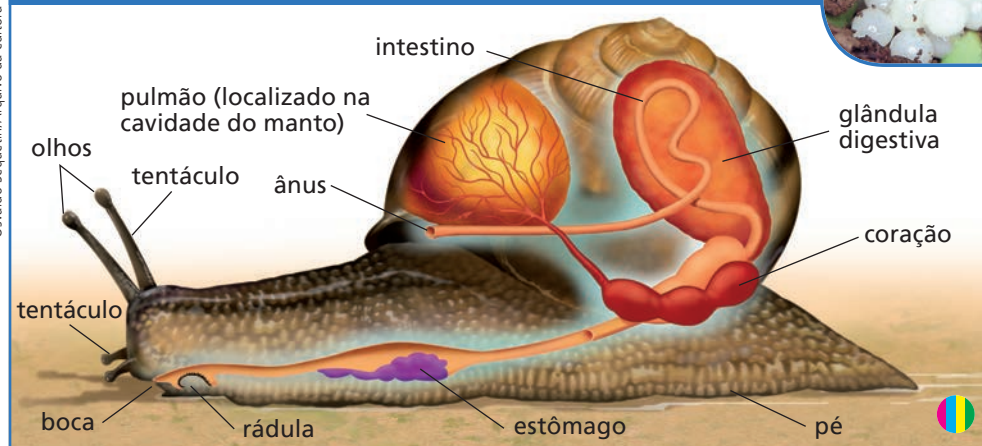
O indivíduo da foto mede cerca de 3 cm de comprimento.



Interfoto/Latinstock

### Caracol e algumas de suas estruturas internas

Osvaldo Sequeitin/Arquivo da editora



#### ^ Caracol-de-jardim

(gênero *Helix*) liberando ovos em “ninho”. A maioria dos gastrópodes terrestres, como o caracol, é hermafrodita e apresenta fecundação interna e desenvolvimento direto. Este caracol apresenta concha com cerca de 3 cm de diâmetro.



## Bivalves

Os **bivalves** são os moluscos cuja concha é formada por duas valvas. Existem espécies de água doce e marinhas, como a ostra e o mexilhão. Os bivalves podem utilizar o pé para locomoção ou para cavar o substrato onde vivem. Muitas espécies são fixas ao substrato por fibras que compõem os fios do bisso, produzidos na base do pé, como é o caso do mexilhão. Outros bivalves, como as ostras, são fixos pela cimentação de uma das valvas ao substrato.



Photodisc/Arquivo da editora



^ **Bivalves** marinhos, com as valvas fechadas. Eles vivem em substrato arenoso. As conchas estão em tamanho aproximadamente natural.

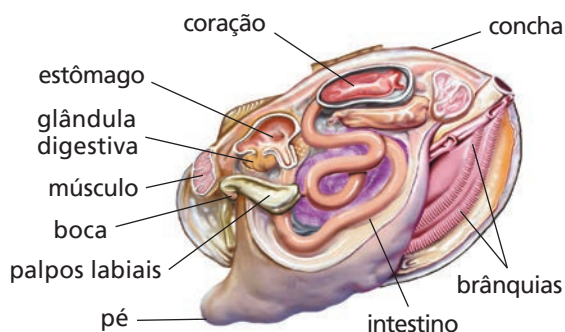


Biophoto Associates/AGB Photo

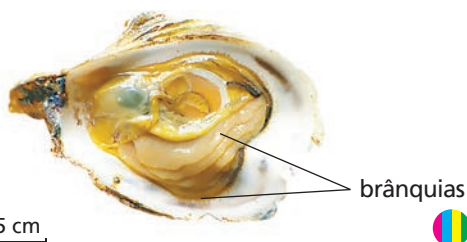
^ O mexilhão se fixa às rochas pelos fios do **bisso**. A valva mede cerca de 7 cm de comprimento.

Observe a seguir o desenho esquemático da estrutura interna de um bivalve.

### Organização interna de um bivalve



Luís Moura/Arquivo da editora



0,5 cm

^ **Ostra** com uma das valvas removida. Observe a posição das brânquias.

Em sua maioria, os bivalves são animais filtradores: alimentam-se de partículas que selecionam da água por meio de cílios das brânquias e dos palpos labiais. Nesses bivalves, portanto, as brânquias atuam tanto nas trocas gasosas como na obtenção do alimento.

Existem espécies de bivalves em que os sexos são separados e existem as que são hermafroditas. Na maioria dos bivalves, a fecundação é externa e há desenvolvimento larval. O primeiro estágio larval – larva trocófora – é o único para muitas espécies, mas em outras há um segundo estágio: véliger.



### MULTIMÍDIA

#### Moluscos – Pérolas cultivadas

< <http://www.ciencias.seed.pr.gov.br/modules/video/showVideo.php?video=8980> >

No Japão, populações vivem do cultivo de pérolas em ostras. Saiba mais na reportagem disponível nesse [link](#). Acesso em: 25 abr. 2016.



Ricardo Giraldez/Prensa Três

## Cefalópodes

São os polvos e as lulas, que possuem cabeça muito desenvolvida e o pé modificado na estrutura que forma os tentáculos. Todos os **cefalópodes** são marinhos e respiram por brânquias, localizadas na cavidade do manto.

Os polvos não têm concha e as lulas possuem uma pequena concha interna, muito reduzida. Existe um gênero de cefalópodes com concha externa, *Nautilus*, cujas espécies são encontradas apenas em determinadas áreas dos oceanos Pacífico e Índico.

Nos cefalópodes, os sexos são separados, a fecundação é interna e o desenvolvimento é direto. Em muitas espécies, os adultos se reproduzem apenas uma vez na vida, morrendo após a reprodução.

Nos cefalópodes do gênero *Argonauta*, que ocorre no litoral brasileiro, as fêmeas secretam uma delicada concha calcária onde deposita os ovos. Essa concha não é semelhante à de outros moluscos, pois não é produzida pelo manto, e sim por dois tentáculos dorsais. Mesmo após a liberação dos ovos, a fêmea mantém parte do corpo dentro da concha.



^ **Nautilus**, cefalópode com concha externa (mede cerca de 10 cm de diâmetro).

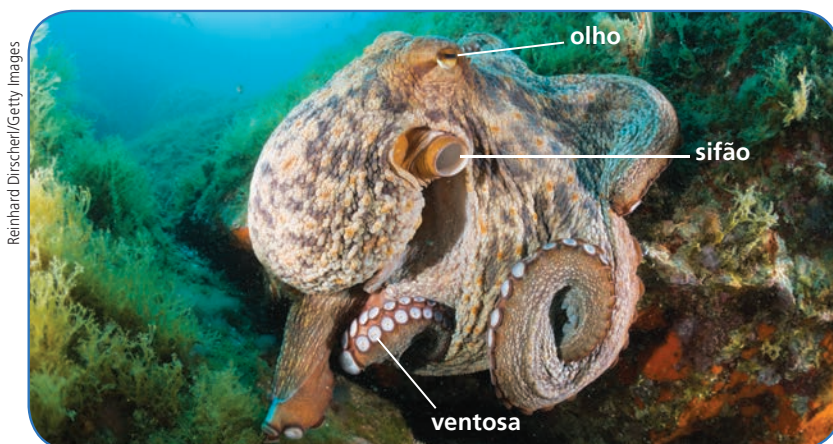


^ Fêmea de **Argonauta**. A concha mede cerca de 5 cm de diâmetro.



Douglas P. Wilson/FILPA/Corbis/Latinstock

^ **Lulas que acabaram de sair dos ovos** (medem cerca de 7 mm de comprimento). As lulas têm uma concha interna reduzida.



Reinhard Dirscherl/Getty Images

^ **Polvo** da espécie *Octopus vulgaris*, que vive no oceano Atlântico e mede cerca de 1 m de comprimento (corpo e tentáculos). As ventosas, localizadas nos tentáculos, auxiliam na captura de presas. O polvo se locomove, na maior parte do tempo, rastejando junto ao substrato, mas é capaz de deslocar-se rapidamente expulsando água pelo sifão.



### CURIOSIDADE

Os cefalópodes possuem o sistema nervoso mais desenvolvido entre os invertebrados. Seus olhos são grandes e as imagens se formam com nitidez (sem distinção de cores na maioria das espécies). Os tentáculos, ou braços, são capazes de detectar diferentes texturas e substâncias presentes no ambiente. Com exceção do *Nautilus*, os cefalópodes possuem uma glândula de tinta, cujo conteúdo é eliminado pelo ânus quando o animal se sente ameaçado. Forma-se uma mancha escura na água, que desorienta os possíveis predadores e permite ao cefalópode escapar rapidamente.

As informações do boxe *Curiosidade* estão de acordo com a obra: HICKMAN, C. P. et al. *Integrated principles of zoology*. 15. ed. New York: McGraw-Hill, 2011, p. 350-351.



## A locomoção de polvos e lulas

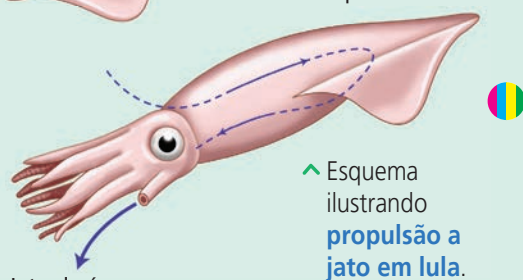
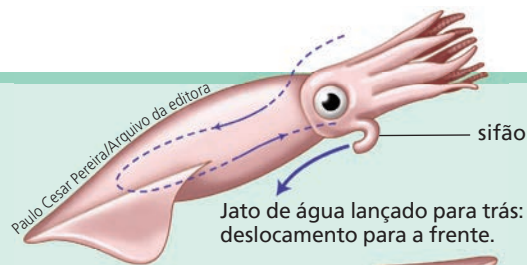
Você já encheu uma bexiga de borracha com ar e depois a soltou? Nessa brincadeira, como a bexiga não foi fechada com um nó, o ar escapa pela pequena abertura, sob alta pressão. A bexiga se desloca para o sentido oposto ao do jato de ar.

O que parece uma simples brincadeira pode ajudar a entender como polvos e lulas se locomovem no mar. A cavidade do manto se enche de água e, quando as paredes musculares do manto se contraem, a água é expulsa por uma abertura, chamada **sifão**.

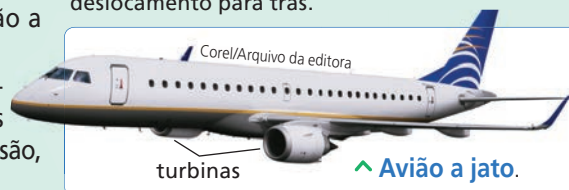
Pelo sifão, sai um jato de água do corpo do polvo ou da lula, que se move na mesma direção, mas em sentido oposto ao do jato.

O mecanismo de locomoção de polvos e lulas é chamado **propulsão a jato**. As lulas utilizam esse mecanismo em sua locomoção e para fugir de predadores. Já os polvos deslocam-se com seus tentáculos pelo fundo do mar e usam a propulsão a jato para fugir de predadores.

O mecanismo da propulsão a jato foi utilizado pelo ser humano no desenvolvimento de motores a jato, como os de aviões e de foguetes. No avião, as turbinas expulsam o ar, sob alta pressão, para trás e com isso o avião é impulsionado para frente.



Jato de água lançado para a frente: deslocamento para trás.



As figuras estão representadas em diferentes escalas.

### Monoplacófora



Esquema ilustrando uma concha de **monoplacófora**, que mede cerca de 3 cm de diâmetro.



Conchas de escafópodes (as menores medem 5 cm de comprimento).



**Quíton**, molusco marinho cuja concha é formada por oito placas e o pé é amplo, formando uma "sola". Mede cerca de 3 cm de comprimento. Esse indivíduo (gênero *Tonicella*) foi fotografado no litoral do Canadá.

## Outras classes de moluscos

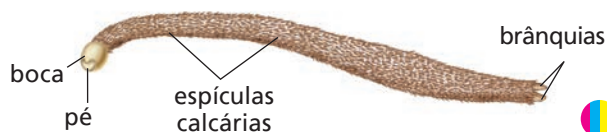
Os moluscos da classe **monoplacófora** têm uma única concha achatada e estão organizados em apenas três gêneros, encontrados entre 2000 m e 6500 m de profundidade nos oceanos.

Os **escafópodes** têm uma concha que lembra, em seu formato, um dente de elefante, sendo o gênero mais conhecido denominado *Dentalium* em função dessa semelhança. São marinhos, vivendo enterrados na areia.

Na classe **poliplacófora** estão os moluscos conhecidos por **quítons**, cuja concha é composta por oito placas que se articulam. São marinhos, comuns nos costões rochosos, vivendo abrigados sob as pedras.

Os **aplacóforas** são os moluscos mais primitivos, com corpo vermiforme coberto por espículas calcárias. Vivem em ambiente marinho, geralmente entre 200 m e 3000 m de profundidade.

### Aplacófora



Esquema de um **aplacófora** que vive enterrado no substrato (mede cerca de 5 mm de comprimento).



## 2 Anelídeos

A fotografia ao lado é de uma **minhoca** comum em jardins, animal comprido, cilíndrico, com o corpo apresentando anéis, daí o nome do filo: **anelídeos**, ou **Annelida** (*annelus* = anel).

Como você pode observar, a minhoca apresenta boca e ânus e, além dos anéis no corpo, um espessamento chamado **clitelo**, estrutura que produz um casulo protegendo os ovos fecundados na reprodução. A presença de clitelo define uma das classes de anelídeos, que reúne minhocas e sanguessugas: classe Clitellata. Esta classe é subdividida em dois grupos: oligoquetos e hirudíneos.

Com o auxílio de uma lente de aumento, é possível notar na superfície do corpo da minhoca as cerdas que, nesse anelídeo, não são evidentes. As minhocas pertencem ao grupo dos **oligoquetos** (*oligo* = poucas; *quetos* = cerdas), pois têm poucas cerdas no corpo. A maioria das espécies de oligoquetos vive no solo, mas existem representantes na água doce e no mar.

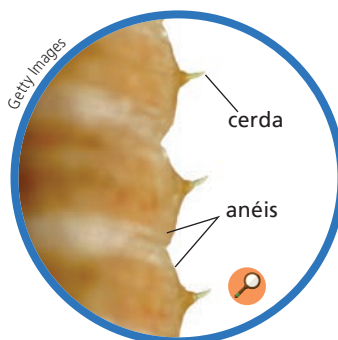
O grupo dos **hirudíneos** é constituído por anelídeos clitelados sem cerdas no corpo. São animais conhecidos por **sanguessugas**, nome que deriva do fato de que muitas espécies sugam sangue dos animais em cujo corpo se fixam, como ectoparasitas. Nem todas as espécies de hirudíneos, no entanto, são sugadoras de sangue.

A outra classe de anelídeos agrupa os **poliquetos** (*poli* = muitas), animais de muitas cerdas na superfície do corpo. São em sua maioria marinhos e apresentam grande variedade de espécies, algumas errantes e outras presas ao substrato (sedentárias), entre elas algumas espécies coloniais.

Todos os anelídeos possuem, além do corpo com segmentação em anéis, algumas características em comum: sistema digestório com boca e ânus, e celoma bem desenvolvido, que abriga um **sistema circulatório fechado**, no qual o sangue circula somente dentro de vasos. As trocas gasosas ocorrem, na maioria das espécies, pela superfície do corpo (**respiração cutânea**). A excreção é feita por estruturas chamadas **metanefrídios**, que filtram os fluidos do celoma e eliminam os resíduos para fora do corpo através de poros excretórios, os nefridióporos.

Outras características serão analisadas adiante, utilizando como modelo a minhoca. Vamos conhecer, agora, um pouco mais as classes do filo dos anelídeos.

Tradicionalmente, os anelídeos eram agrupados em três classes: poliquetos, oligoquetos e hirudíneos. Essa classificação passou por revisão, considerando-se o parentesco evolutivo entre os grupos, e assim ficaram definidas duas classes: poliquetos e clitelados (Clitellata).



▲ **Minhoca** medindo cerca de 7 cm de comprimento. Observe as regiões que distinguimos externamente no corpo de uma minhoca e, no detalhe, os **anéis** e as **cerdas** na superfície do corpo.



▲ **Sanguessuga** sobre a pele da mão de uma pessoa.



Rich Carey/Shutterstock

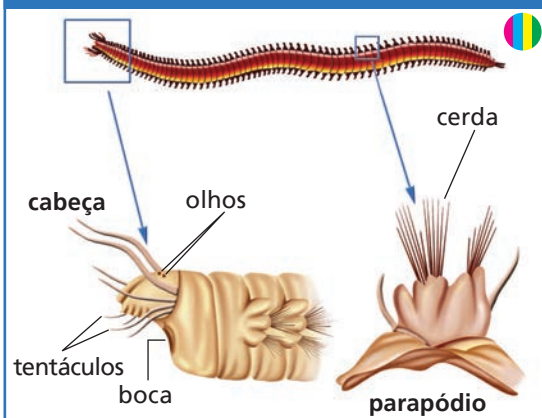
◀ **Poliqueto sedentário** que constrói um tubo rígido ao redor do corpo e vive fixo ao substrato. A região anterior do corpo é modificada em uma coroa de “tentáculos” que atuam na respiração e na captura de alimento. Quando se sente ameaçado, essa coroa se retrai rapidamente para dentro do tubo. Mede cerca de 5 cm de altura.



Clay Coleman/SP/Latinstock

▲ **Poliqueto errante marinho** (o indivíduo da foto mede de 7 cm a 10 cm de comprimento). Os animais dessa família são conhecidos como “**vermes-de-fogo**”, pois o contato com suas cerdas causa irritação na pele humana.

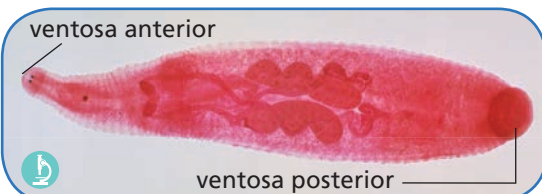
## Poliqueto: cabeça e parapódio



Esquema de **poliqueto** errante com detalhe da cabeça e de um parapódio.

### CURIOSIDADE

Uma espécie de sanguessuga de água doce, a *Hirudo medicinalis*, era muito usada antigamente na medicina, com a finalidade de sugar sangue de pacientes e assim reduzir a pressão sanguínea. Essa prática ainda é adotada com outra finalidade médica: sanguessugas podem ser usadas em alguns casos para reduzir o inchaço em locais próximos a cicatrizes.



**Sanguessuga:** observe as ventosas, que auxiliam a locomoção e alimentação. O indivíduo da foto mede cerca de 1 cm de comprimento.

## Locomoção mede-palms na sanguessuga



Esquema mostrando a sequência de movimentos da **locomoção de uma sanguessuga**.

## <2.1> Diversidade de anelídeos

### Poliquetos

Os **poliquetos** apresentam, como já comentamos, muitas cerdas em seu corpo, localizadas principalmente em expansões laterais do corpo, chamadas **parapódios**, que atuam como superfície para trocas gasosas e, no caso dos poliquetos errantes, auxiliam na locomoção. As formas errantes são caçadoras e têm olhos, que não ocorrem nas formas sedentárias.

Os poliquetos são, em sua maioria, animais de sexos separados, com poucas espécies hermafroditas. Geralmente, a fecundação é externa e o desenvolvimento é indireto, com fase larval de trocófora. Esse tipo de larva também ocorre nos moluscos e isso é considerado como evidência de parentesco evolutivo entre anelídeos e moluscos.

### Hirudíneos

Os **hirudíneos**, anelídeos desprovidos de cerdas, são animais hermafroditas, com desenvolvimento direto. Seu corpo possui uma ventosa na região oral (ao redor da boca) e outra na região posterior.

Nas espécies ectoparasitas, a ventosa oral facilita a ingestão do sangue do hospedeiro. A saliva das sanguessugas que têm esse hábito alimentar contém uma substância anticoagulante chamada **hirudina**. Assim, o animal consegue se alimentar de sangue, sem ser impedido pela formação de coágulos no corpo da presa ou do hospedeiro.

Na fixação ao substrato, as sanguessugas utilizam a ventosa da região posterior e na locomoção empregam as duas ventosas, realizando um movimento curioso, conhecido como "mede-palms".



## Oligoquetos

Representados pelas minhocas, os **oligoquetos** deslocam-se em galerias que constroem no solo, perfurando-o com a contração coordenada de seus músculos. As cerdas auxiliam o apoio do corpo nas paredes da galeria.

A minhoca tem sistema digestório formado por boca, faringe, papo, moela, intestino e ânus. A faringe facilita a ingestão do alimento, funcionando como uma bomba sugadora; o papo armazena e a moela tritura os alimentos. A digestão extracelular ocorre no intestino, de onde os nutrientes passam para a corrente circulatória.

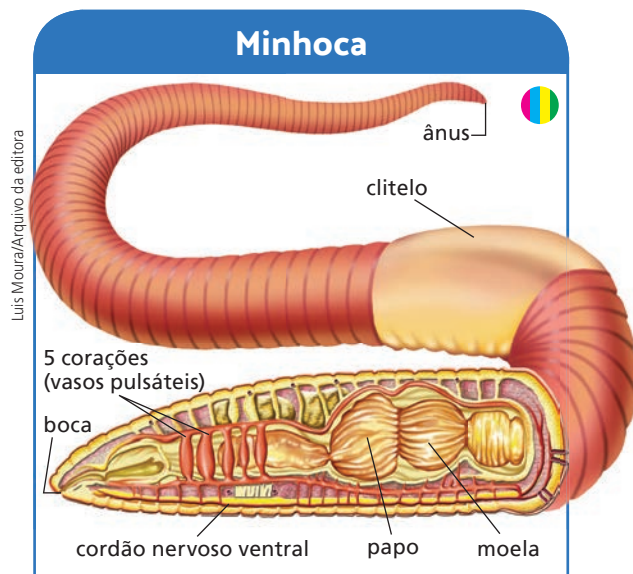
As minhocas, assim como os outros anelídeos, apresentam **respiração cutânea**, ou seja, as trocas gasosas ocorrem através da parede do corpo. Os gases absorvidos são distribuídos para todo o organismo pelo sistema circulatório fechado, no qual existem vasos contráteis, que impulsionam o sangue, funcionando como corações.

Como você pode notar pela figura acima, o sistema nervoso percorre ventralmente o corpo do animal, o que é regra geral para os invertebrados onde tal sistema ocorre. Esse sistema apresenta gânglios nervosos mais desenvolvidos na região cefálica: fala-se em **sistema nervoso ganglionar**.

Embora seja hermafrodita, uma minhoca não consegue se reproduzir sozinha, sendo necessários dois indivíduos na reprodução. Ovários, ovidutos, poros femininos e receptáculos seminais formam o sistema reprodutor feminino da minhoca. O sistema masculino é constituído por testículos, vesículas seminais, espermiódutos e poros masculinos. O esquema ao lado representa o sistema reprodutor feminino e o masculino da minhoca.

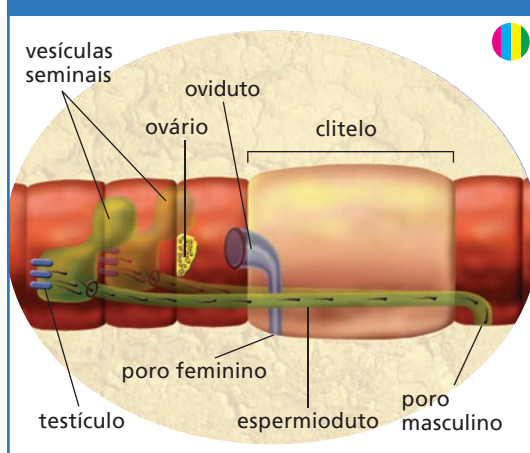
Na reprodução, duas minhocas saem de suas galerias e colocam-se em posições invertidas, de tal forma que os poros masculinos de uma coincidam com as aberturas dos receptáculos seminais da outra. Os espermatozoides de uma minhoca, produzidos nos testículos, percorrem o espermióduto e saem pelo poro masculino, passando para os receptáculos seminais da outra minhoca. Os óvulos, produzidos nos ovários das duas minhocas, percorrem o oviduto e saem pelo poro feminino, sendo recolhidos em um casulo secretado pelo clitelo. Os casulos recebem então os espermatozoides, que estavam armazenados nos receptáculos seminais. Ocorre a fecundação dos óvulos, dentro dos casulos. Os ovos assim formados desenvolvem-se em embriões, ao mesmo tempo em que os casulos vão sendo deslocados para a região anterior de cada minhoca, até serem liberados no solo. O desenvolvimento é direto, não existindo fase de larva e metamorfose; do casulo saem pequenas minhocas.

Acompanhe na página seguinte as principais etapas da reprodução das minhocas em desenhos esquemáticos.



Esquema mostrando o **aspecto externo de uma minhoca e estruturas internas** localizadas na região anterior do corpo.

## Sistema reprodutor da minhoca



Esquema simplificado do **sistema reprodutor feminino e masculino de uma minhoca** (os receptáculos seminais, que são estruturas femininas, não estão representados nessa figura – veja a página 186).



## CURIOSIDADE

As minhocas comuns têm comprimento que varia em torno de 10 cm, aproximadamente. No entanto, na Austrália, ocorre uma minhoca verdadeiramente gigante, que chega a cerca de 3 metros de comprimento. No Brasil, há também uma espécie, *Rhinodrilus fafneri*, que chega a 2 m de comprimento; é popularmente conhecida por minhocuçu.



1

As minhocas se acasalam em posição invertida.

3

Quando os animais se separam, o clitelo secreta o casulo e nele são liberados os óvulos pelo poro genital feminino. Os óvulos foram produzidos no ovário de cada minhoca.

A partir desse ponto, vamos representar apenas uma minhoca, mas você deve ter em mente que esses processos ocorrem também com o outro indivíduo.

5

Os espermatozoides são liberados dos receptáculos seminais e fecundam os óvulos.

7

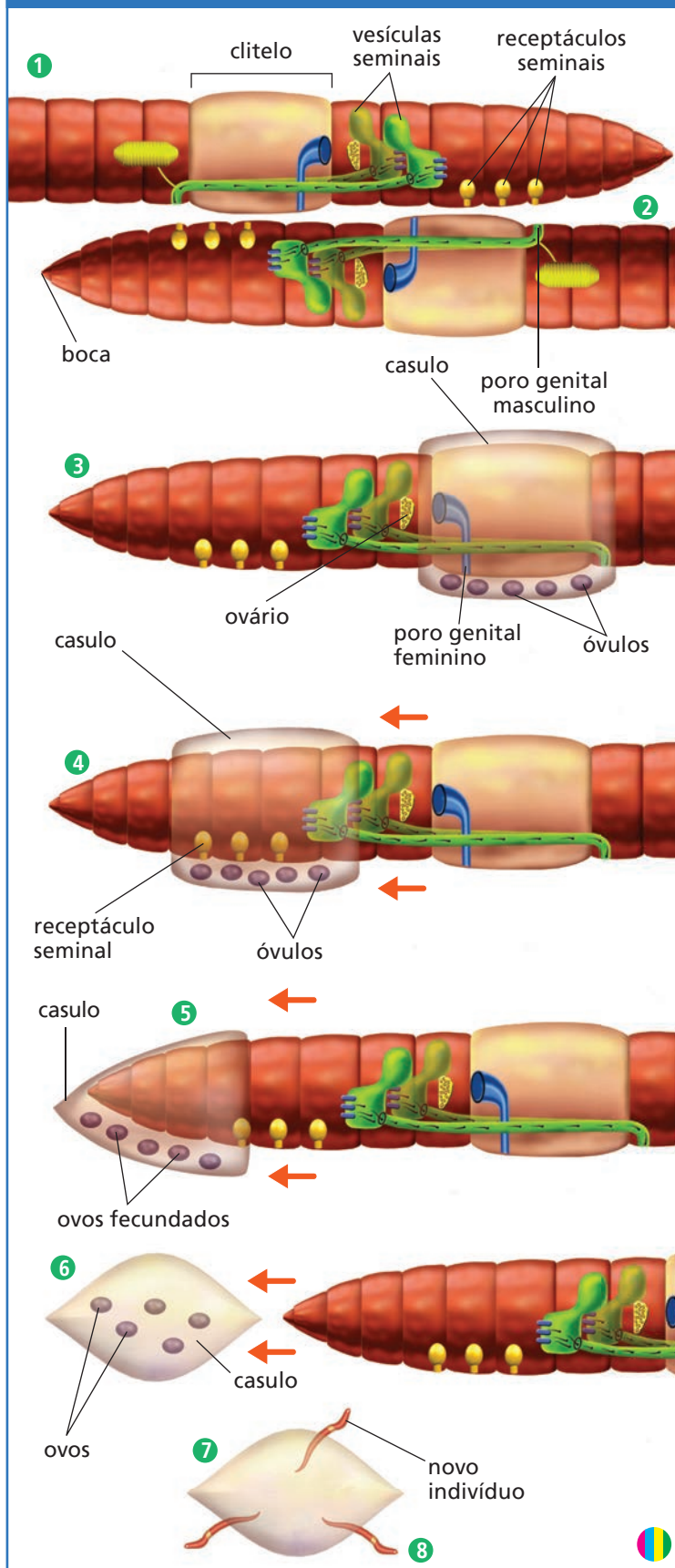
Dentro do casulo, os ovos originam novos indivíduos.

8

As minhocas apresentam desenvolvimento direto (sem formação de larvas).

## Reprodução em minhoca

Luís Moura/Arquivo da editora



2

Os espermatozoides são liberados pelo poro genital masculino de cada minhoca e temporariamente armazenados nos receptáculos seminais.

4

O casulo com os óvulos é deslocado por contração do corpo da minhoca na direção dos receptáculos seminais.

6

O casulo com os ovos fecundados são liberados do corpo da minhoca.

< Esquema ilustrando a **reprodução sexuada em minhocas**.

As estruturas reprodutivas da minhoca estão ilustradas por transparência. Os elementos da figura estão representados em diferentes escalas.



## Toda ostra é perlífera?

Neste capítulo comentamos a formação de pérolas e falamos das ostras perlíferas.

O termo “ostra”, sendo um termo vulgar, não científico, pode ser usado para várias espécies de bivalves.

O animal mostrado na foto abaixo corresponde à ostra comum nos manguezais e costões rochosos do Brasil. Quando se fala em ostra produzindo pérolas, geralmente as pessoas pensam que essa ostra produz as famosas pérolas de valor comercial.

Se você analisar a foto, vai perceber que o brilho de uma pérola não existe na camada interna dessa ostra. Essa camada é branca e opaca e não apresenta o brilho do nácar. Só dessa observação já dá para perceber que essa ostra não é perlífera.

As ostras perlíferas, como abordado no texto, têm a camada nacarada muito brilhante e bem desenvolvida. No Brasil, não temos espécies de bivalves que produzam pérolas de valor comercial. As principais espécies de ostras perlíferas são encontradas nos oceanos Pacífico e Índico.

Como o processo de formação de pérolas naturais é extremamente lento, o interesse comercial levou ao desenvolvimento de uma técnica de produção de pérolas cultivadas. Esse processo consiste em, imitando o que pode ocorrer na natureza, introduzir em uma ostra perlífera uma pequena esfera de nácar envolta por tecido do manto. Dessa forma, em tempo bem mais curto, a pérola estará formada.

A pérola cultivada não tem o mesmo valor da natural, mas é obtida em tempo muito menor.

A ostra nativa do litoral brasileiro, mostrada na foto ao lado, vem sendo cultivada em áreas estuarinas, próximas a manguezais, sendo a produção destinada ao consumo humano.

Diversos cuidados precisam ser tomados para o estabelecimento de uma “fazenda de ostras”, para evitar desequilíbrios ecológicos. O acompanhamento de técnicos especializados é fundamental, na orientação das comunidades tradicionais que se envolvem na produção de ostras.

Do ponto de vista do consumidor, é preciso cuidado para evitar ostras contaminadas, que podem trazer sérios riscos para a saúde. Em 2012, por exemplo, foi verificado que ostras cultivadas no litoral de Florianópolis (SC) estavam contaminadas com protozoários, vírus e coliformes fecais, que são bactérias presentes nas fezes humanas. Mesmo quando os níveis de coliformes fecais estavam dentro do permitido pela legislação brasileira, constatou-se a presença de vírus que causam doenças no ser humano, como o adenovírus e o da hepatite A. As ostras e outros bivalves também podem acumular substâncias tóxicas que estejam presentes na água, como pesticidas e metais pesados.

A contaminação das ostras é um indício da má qualidade da água onde os animais são cultivados ou coletados. A melhor orientação é não consumir moluscos crus. Quando cozidos em uma temperatura superior a 90 °C, ficam livres de micro-organismos, inclusive vírus. Outra maneira de evitar a contaminação seria o cultivo em tanques com água limpa.

Fontes:

Embrapa – Aquicultura: <<http://www.cpamn.embrapa.br/publicacoes/folders/2001/aquicultura.pdf>>.

DINIZ, I.N. Ostras podem acumular agentes causadores de doenças, comprova pesquisa. *Pesquisa Fapesp* – ed. on-line, 28 mar. 2012.

Disponível em: <<http://revistapesquisa.fapesp.br/2012/03/28/ostras-podem-acumular-agentes-causadores-de-doencas-comprova-pesquisa/>>.

Acessos em: 11 abr. 2016.



Fábio Colombini/Acervo do fotógrafo

^ **Ostra comum no litoral brasileiro.** Esta ostra não é perlífera. Cada valva mede cerca de 5 cm de diâmetro.



## Cefalópodes gigantes e monstros marinhos

Imagine um edifício com 6 andares, medindo cerca de 20 metros (m) de altura. Agora imagine uma lula com esse tamanho!

As lulas-gigantes são os maiores moluscos conhecidos atualmente, com espécies que chegam a medir 20 m de comprimento com os tentáculos estendidos.

No início de 2001, foi encontrado um exemplar de lula-gigante na costa australiana, medindo aproximadamente 13 m. Em 2007, foi capturada na Antártida uma lula-gigante com cerca de 450 kg, a maior massa corpórea já verificada para esses moluscos. Seu comprimento era de 10 m.

Os maiores polvos ocorrem no oceano Pacífico e medem cerca de 9 m de comprimento, com os tentáculos estendidos.

As lulas e os polvos gigantes podem ter um tamanho descomunal, mas não são animais agressivos. Além disso, essas espécies geralmente vivem nas profundezas do mar, entre 300 m e 600 m abaixo da superfície.

Será que os grandes cefalópodes, por seu tamanho impressionante, deram origem às famosas lendas, contadas por marinheiros, de monstros marinhos gigantes?

Nos séculos XVI e XVII, época das Grandes Navegações, exploradores europeus traziam relatos de plantas e animais nunca antes vistos, como a fauna e a flora do então “recém-descoberto” Brasil. Nesses relatos, no entanto, eram comuns as descrições de animais que realmente existem e, com a mesma seriedade e riqueza de detalhes, descrições de figuras fantásticas que nunca existiram, como dragões, por exemplo. O texto a seguir foi escrito pelo português Pero de Magalhães Gandavo,

publicado em 1576 na obra *História da Província Santa Cruz a que vulgarmente chamamos Brasil*, no capítulo que relata os animais aqui encontrados:

*“[...] fero e espantoso monstro marinho que se matou na Capitania de São Vicente no ano de 1564 com quinze palmos de comprido, semeado de cabelos pelo corpo [...] Movia-se de uma parte para outra com passos e meneios desusados e dando urros de quando em quando tão feios que parecia alguma visão diabólica. [...] Em tropel vieram os índios admirar o monstro a que em sua língua chamavam Hipupiara, o que quer dizer demônio da água. [...] E assim também deve haver outros muito maiores monstros de diversos pareceres que no abismo desse largo e espantoso mar se esconde”.*

Fonte:

TAUNAY, A. E.; MATOS, O. N. *Zoologia fantástica do Brasil* [séculos XVI e XVII]. Edusp e Museu Paulista da Universidade de São Paulo, 1999.



Ministry of Fisheries/Newzealand

### ^ Lula-gigante da espécie *Mesonychoteuthis*

*hamiltoni*, acidentalmente capturada por um barco no Mar de Ross, na Antártida, em 2007. Ela media cerca de 13 m de comprimento.

## DEPOIS DA LEITURA...

- Em sua opinião, como surgiram os relatos de animais fantásticos e monstros marinhos?  
a) Respostas pessoais. Consulte o Manual.
- Faça uma pesquisa na internet para encontrar um artigo, escrito por cientistas, que descreva uma espécie animal da fauna brasileira. Cite algumas diferenças entre os relatos de exploradores do século XVI, como o que mostramos no texto, e as de descrições de espécies publicadas em revistas científicas.  
b) Respostas pessoais. Veja comentários no Manual.
- Cada região do país possui mitos e lendas do folclore, muitos deles inspirados em características de animais da fauna local. Escolha um mito ou lenda comum na região onde você mora e relate-o na forma de desenho, poema ou letra de música. A atividade pode ser individual ou em pequenos grupos.  
c) Respostas pessoais.



1. Nos bivalves a rádula está ausente e não há uma cabeça distinta, mas eles possuem pé, manto e concha externa com duas valvas. Os cefalópodes possuem cabeça, rádula, manto e pé modificado em tentáculos. Há concha externa em *Nautilus*, concha interna reduzida em lulas e ausente nos polvos.

## Revendendo e aplicando conceitos

2. O manto é uma dobra da epiderme, que reveste o corpo dos moluscos. Nos moluscos que possuem concha, esta é secretada pelo manto. Nas espécies terrestres, o manto funciona como superfície de trocas gasosas.

1. Das características morfológicas dos moluscos citadas a seguir, quais estão presentes nos bivalves? E quais estão presentes nos cefalópodes?

cabeça

pé

manto

rádula

concha externa

concha interna

Em cada caso, comente se a característica é desenvolvida ou possui especializações.

2. O que é o manto? Cite dois exemplos de funções realizadas pelo manto.

3. Compare a obtenção de alimento por uma ostra e por uma lesma terrestre.

4. Compare moluscos e anelídeos quanto ao:

- sistema nervoso. 4. Consulte o Manual.
- sistema circulatório.

5. O sistema digestório de uma minhoca apresenta: boca, faringe, papo, moela, intestino e ânus.

5. a) Consulte o Manual.

a. Escreva a função de cada estrutura citada.

5. b) Consulte o Manual.

b. Relacione o sistema digestório da minhoca e a produção de húmus.

5. c) Consulte o Manual.

c. As minhocas costumam ser chamadas de "arados vivos". Justifique esse "apelido", com base nos benefícios que a presença de minhocas traz ao solo.

6. a) O clitelo secreta o casulo.

6. Observando um minhocário construído em sua escola para estudo do comportamento das minhocas, um estudante observou o "emparelhamento" de duas delas por uma região diferenciada, o clitelo. Alguns dias depois, observou pequenos casulos gelatinosos na terra.

a. Qual é a função do clitelo?

6. b) As minhocas são

hermafroditas e realizam fecundação cruzada; duas minhocas colocam-se

b. Sendo as minhocas animais hermafroditas, por que o estudante observou um "emparelhamento" entre dois indivíduos? ► em posições invertidas, de tal forma que os poros masculinos de uma coincidam com os receptáculos seminais da outra.

c. Qual é a função do casulo? 6. c) No casulo ocorre a fecundação dos gametas e o desenvolvimento dos ovos, sem estágio larval.

7. Descreva a obtenção de alimento pelos seguintes anelídeos: poliquetos errantes, poliquetos sedentários e hirudíneos ectoparasitas. 8. Consulte o Manual.

8. Consultando livros, revistas e sites de divulgação científica, busque informações a respeito do mexilhão-dourado (*Limnoperna fortunei*) e escreva uma reportagem explicando que características desse animal o tornaram uma espécie invasora, causando grande desequilíbrio ecológico no Brasil e em outros países.

3. A ostra, um molusco bivalve, é animal filtrador. A lesma, um gastrópode terrestre, possui boca com rádula e raspa o alimento da superfície de pedras, por exemplo.

9. Observe os quadrinhos a seguir e depois responda às questões.



Fernando Gonsales/Folha Press

a. A que categorias de classificação correspondem os dois primeiros nomes citados pela menina no segundo quadrinho? 9. a) Anelídeo é o nome do filo; oligoqueta é o nome de um grupo dentro da classe Clitellata.

b. Quais são os outros grupos de anelídeos? Cite suas principais características. 9. b) Classe dos poliquetos: possuem parapódios e muitas cerdas na superfície do corpo. Grupo dos hirudíneos: possuem clitelo, mas não possuem cerdas; possuem ventosas.

## Trabalhando com gráficos

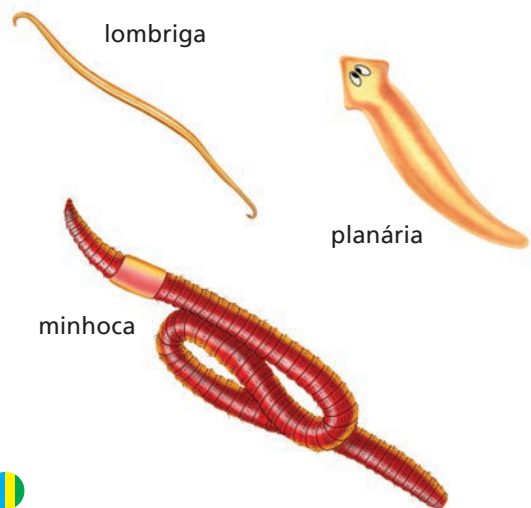
10. Observe as figuras abaixo.

10. A = Platelmintos.

B = Nematelmintos.

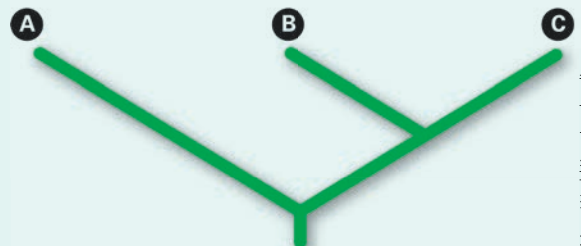
C = Anelídeos.

Luis Moura/Arquivo da editora



As figuras estão representadas em diferentes escalas.

Você deve organizar os filios representados por esses organismos numa escala evolutiva considerando o surgimento de características embrionárias derivadas e o desenvolvimento do sistema digestório. Para isso, observe o cladograma abaixo e escreva, no caderno, que filios substituiriam corretamente A, B e C.



7. Poliquetos errantes: predadores. Poliquetos sedentários: coletores de partículas em suspensão. Hirudíneos ectoparasitas (sanguessugas): retiram sangue de animais, através da pele.

Maps World/Arquivo da editora

13. c) Ostras e mexilhões são animais filtradores. Se a água contiver o vibrião colérico, ele ficará retido no corpo do molusco.

14. a) Filo dos anelídeos: corpo segmentado em anéis, sistema circulatório fechado, metanefrídeos.

13. b) Características exclusivas dos bivalves: concha com duas valvas, pé modificado, ausência de rádula, cabeça rudimentar. Características dos moluscos: corpo mole organizado em cabeça, pé e massa visceral, manto.

14. b) Ao construírem galerias subterrâneas, facilitam a aeração do solo; produzem húmus, que aumenta a fertilidade do solo.

## Questões do Enem e de vestibulares

**11.** (Fuvest-SP) Uma pessoa tem alergia a moluscos. Em um restaurante onde são servidos “frutos do mar”, ela pode comer, sem problemas, pratos que contenham:

- a. lula e camarão.
- b. polvo e caranguejo.
- c. mexilhão e lagosta.
- d. lula e polvo.
- e. camarão e lagosta.

13. a) Há risco de extinção de espécies nativas, caso a espécie invasora apresente vantagens competitivas em relação às nativas, sejam predadoras ou parasitas.

11. e.

**12.** (Unicamp-SP) O jornal *O Estado de S. Paulo* de 2 de agosto de 1997 noticiou a descoberta de “colônias de vermes desconhecidos escondidos em metano congelado emergindo do fundo do mar. (...) As criaturas parecem pertencer a uma espécie nova na família dos organismos conhecidos como poliquetos (...). Elas parecem cegas, mas têm boca, aparelho digestivo e um sistema de circulação complexo”. As características mencionadas não permitem classificar esses novos organismos como poliquetos.

a. A que filo pertencem os poliquetos?

12. a) Filo dos anelídeos.

b. Cite duas características que, em conjunto, permitiriam identificar esses animais como poliquetos.

12. b) Parapódios e muitas cerdas na superfície do corpo.

c. Quais são as outras duas classes desse filo? Dê uma característica de cada uma que as diferencie dos poliquetos. 12. c) Oligoquetas e hirudíneos. Consulte o Manual.

**13.** (Unicamp-SP) Os navios são considerados introdutores potenciais de espécies exóticas através da água de lastro (utilizada nos tanques para dar aos navios estabilidade quando vazios). Essa água pode conter organismos de diversos grupos taxonômicos. Com certa frequência, leem-se informações relacionadas a essas introduções.

I. O mexilhão-dourado (*Limnoperna fortunei*), um bivalve de água doce originário do sul da Ásia, chegou ao Brasil em 1998 e já infestou rios, lagos e reservatórios da região Sul e do Pantanal. Além de causar problemas ecológicos, esse invasor ameaça o setor elétrico brasileiro, a agricultura irrigada, a pesca e o abastecimento de água devido à sua capacidade de se incrustar em qualquer superfície submersa.

Adaptado de Evanildo da Silveira. Molusco chinês ameaça ambiente e produção no Brasil. Disponível em: <[www.estadao.com.br/ciencia/noticias/2004/mar/18/75.htm](http://www.estadao.com.br/ciencia/noticias/2004/mar/18/75.htm)>.

15. A produção de pérolas é um mecanismo de defesa de algumas espécies da classe dos bivalves. As pérolas são formadas quando um elemento estranho, como um grão de areia, instala-se no espaço entre a concha e o corpo.

II. As autoridades sanitárias acreditam que o vibrião colérico, originário da Indonésia, chegou ao Peru através de navios e de lá se espalhou pela América Latina.

Adaptado de Ilidia A. G. M. Juras. Problemas causados pela água de lastro. Consultoria Legislativa da Câmara dos Deputados, 2003.

a. Além de problemas como os citados acima, a introdução de espécies oferece risco de extinção de espécies nativas. Explique por quê.

b. Indique uma característica que diferencie os moluscos bivalves das demais classes de moluscos. Indique uma outra característica que permita incluir os bivalves no filo Mollusca.

c. Nas áreas de risco de contaminação por vibrião colérico, as autoridades sanitárias recomendam não ingerir mexilhões e ostras crus. Essa recomendação baseia-se no modo como esses moluscos obtêm alimento. Explique.

**14.** (UFAL) Em um jardim, Júlia via minhocas na terra. Ela ficou curiosa em saber mais sobre esse animal.

a. Indique a Júlia duas características do filo ao qual as minhocas pertencem.

b. Explique a importância desses animais do ponto de vista ecológico.

**15.** (UFABC-SP) Algumas espécies de ostras produzem pérolas, cuja formação pode ocorrer quando um grão de areia ou a larva de um verme penetra entre a concha e o manto. Qual a finalidade do mecanismo da produção de pérola e o táxon no nível de classe desses animais?

**16.** (Unesp) Considere os versos da canção infantil:

*Minhoca, Minhoca, me dá uma beijoca*

*Não dou, não dou*

*Então eu vou roubar*

*Minhoco, Minhoco, você é mesmo louco*

*Beijou o lado errado, a boca é do outro lado*

Disponível em: <[www.escolapaulofreire.com.br/infantil/musica\\_16\\_a](http://www.escolapaulofreire.com.br/infantil/musica_16_a)>.

16. a) As minhocas melhoram as condições do solo: aeração e fertilidade.

amarelo.htm>.

a. Qual a importância das minhocas para as plantas?

b. Com relação à organização do corpo das minhocas (Annelida), justifique a frase beijou o lado errado. Com relação à reprodução das minhocas, justifique a correção ou incorreção dos termos “minhoco” (macho) e minhoca (fêmea).

16. b) A região anterior das minhocas é semelhante à região posterior, pois seu corpo é alongado e segmentado em anéis. As minhocas são hermafroditas.

# Artrópodes



Artrópode: pés ou pernas (podes) articuladas (*arthro*).

## 1 O maior grupo de seres vivos

Os **artrópodes** constituem o maior filo de todo o reino Animal – o filo **Arthropoda** – com mais de 75% do total de espécies existentes no mundo. É isso mesmo: de cada 100 espécies animais, pelo menos 75 pertencem ao filo dos artrópodes. Além de ser o grupo animal mais diversificado, é também o maior grupo entre todos os seres vivos.



**PENSE E RESPONDA**

Observe as fotos e, consultando o glossário etimológico, anote no caderno o significado da palavra **artrópode**.

DIVULGAÇÃO PNLD



Photodisc/Arquivo da editora

^ **Borboleta**. Na espécie da foto, nativa da América do Norte, a largura das asas abertas é de cerca de 12 cm.



Fabio Colombini/Arquivo do fotógrafo

^ **Lacraia** ou **centopeia**. Na foto, uma lacraia do gênero *Scolopendra*, que ocorre no Brasil, com cerca de 16 cm de comprimento.



Luciano Candisani/Kino

^ **Siri-azul**. Siri é o nome popular de um grupo de artrópodes semelhante ao mostrado na foto, que possuem o quinto par de pernas achatado e adaptado ao nado. O siri da foto, encontrado no litoral brasileiro, tem carapaça com cerca de 16 cm de largura.

Todos os artrópodes possuem **pernas articuladas**, como sugere o nome do filo. Veja, no entanto, a imagem ao lado que mostra, além das pernas, também uma parte da antena e a peça bucal de uma formiga. Você poderá observar que todas essas estruturas da formiga são articuladas.

O que você observou para a formiga é válido para todos os artrópodes: todas as suas extremidades são estruturas articuladas – pernas, peças bucais e antenas. Essas estruturas são chamadas **apêndices**.

➤ Ampliação da cabeça de uma **formiga** e, nos quadros laterais, esquemas mostrando detalhes da antena, da mandíbula e de uma perna. Observe que todas essas estruturas são segmentadas e articuladas.



Dennis Kunkel Microscopy/Phototake

antena

mandíbula

perna

Oswaldo Sequeirin/Arquivo da editora

Oswaldo Sequeirin/Arquivo da editora

Oswaldo Sequeirin/Arquivo da editora



Os apêndices são, portanto, de três tipos e possuem diferentes funções:

- › **pernas** – realizam a locomoção;
- › **peças bucais** – responsáveis pela captura de alimentos;
- › **antenas** – executam diversas funções sensoriais.

Os artrópodes possuem um revestimento externo resistente no corpo, constituindo o **exoesqueleto** (exo = externo).

O exoesqueleto dos artrópodes é formado por uma substância chamada **quitina**, carboidrato secretado pela epiderme. Em alguns artrópodes, ocorre ainda impregnação de sais de cálcio, resultando na formação de uma crosta, como na lagosta, no siri e no caranguejo.

Esse exoesqueleto resistente oferece sustentação ao corpo, proteção contra choques mecânicos e contra perda excessiva de água por evaporação.

Os movimentos são eficientes graças à associação de músculos que se prendem ao esqueleto quitinoso, que é flexível em determinados pontos, como nos espaços entre os segmentos articulados que formam o corpo dos artrópodes.

O invólucro quitinoso dificulta o crescimento. Os artrópodes crescem por **mudas** ou **ecdises**, que consistem no seguinte processo: o animal secreta um novo revestimento, ainda flexível, por dentro do esqueleto anterior que, a seguir, é abandonado (muda). O corpo cresce e o novo exoesqueleto, exposto ao ar, torna-se rígido.

Enquanto ocorre a ecdise, o animal pode passar por modificações na forma do corpo, desde a forma de larva até o animal completo e adulto. Assim, existem artrópodes que sofrem metamorfose durante seu desenvolvimento, enquanto outros apresentam desenvolvimento direto.



Haroldo Palo Jr/Kino

#### ^ Cigarras em ecdise.

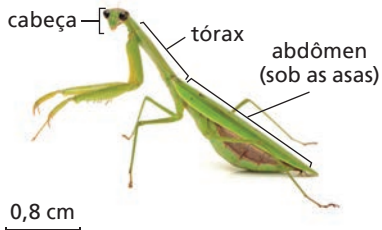
Os indivíduos da foto medem cerca de 2 cm de comprimento.

## 2 Características morfológicas

Em nosso estudo da diversidade dentro do filo dos artrópodes, vamos conhecer cinco grupos, que receberam nomes em função de características externas. Para uma apresentação destes grupos, observe as fotos a seguir. A caracterização de cada um deles encontra-se mais adiante.

### Insetos

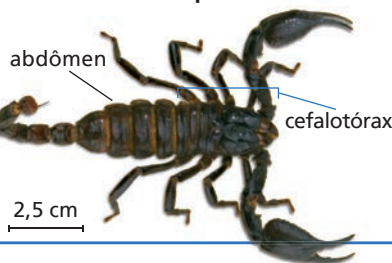
#### Louva-a-deus



Jiang Hongyan/Shutterstock

### Aracnídeos

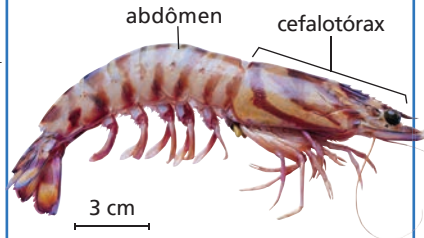
#### Escorpião



Photodisc/Arquivo da editora

### Crustáceos

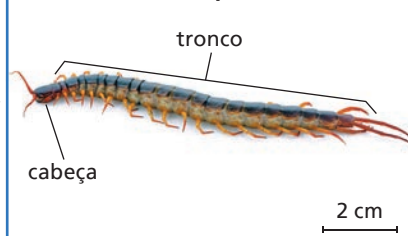
#### Camarão



Photodisc/Arquivo da editora

### Quilópodes

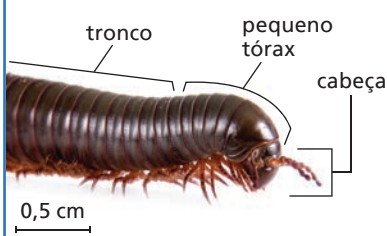
#### Centopeia



yothinp/Shutterstock

### Diplópodes

#### Piolho-de-cobra



Rosa Jay/Shutterstock

As imagens permitem notar que o corpo dos artrópodes é dividido em regiões. Nos **insetos**, há **cabeça**, **tórax** e **abdômen**. Nos **aracnídeos** e na maioria dos **crustáceos**, existe **cefalotórax**, ou seja, cabeça e tórax fundidos em uma peça, e o **abdômen**. Nos **quilópodes**, há somente **cabeça** e **tronco**; nos **diplópodes** há **cabeça**, um **pequeno tórax** e **tronco**.

Outra característica que ajuda a distinguir os cinco grupos de artrópodes é o número de pernas.

As figuras estão representadas em diferentes escalas.

### Artrópodes: número de pernas



Aranha, um **aracnídeo**  
(a da foto mede cerca de 4 cm de comprimento).



Mosca, um **inseto**  
(mede cerca de 1 cm de comprimento).



Caranguejo, um **crustáceo**  
(o da foto possui carapaça com cerca de 18 cm de comprimento).

Fotos: Photodisc/Arquivo da editora

Todos os aracnídeos possuem oito pernas, ou seja, são **octópodes**. Esse número é o mesmo para os adultos e para as formas jovens, pois os aracnídeos são animais de desenvolvimento direto, isto é, não há formação de larva e não ocorre, portanto, metamorfose.

Com relação aos insetos, todos são **hexápodes** quando adultos, ou seja, possuem seis pernas, mas algumas larvas podem ter número de pernas diferente de seis.

Existem crustáceos chamados **decápodes**, como o caranguejo da figura acima, que recebem esse nome por possuírem dez pernas. Siris e caranguejos também são decápodes; no entanto, alguns crustáceos, como a tatuíra (ou tatuí), possuem número maior de pernas. Além disso, alguns possuem as pernas anteriores bem desenvolvidas, adaptadas principalmente à captura de alimento.

Os **quilópodes** e os **diplópodes** podem ter dezenas de pernas e por isso são chamados **miriápodes**, termo que significa “mil pés”. A diferença entre animais dessas duas classes está na disposição desses apêndices: os quilópodes possuem um par de pernas por segmento do tronco, e os diplópodes possuem dois pares de pernas por segmento.

Os artrópodes apresentam grande variedade de tipos de perna, adaptados às diferentes funções: pernas finas e compridas adaptadas a correr; curtas e robustas adaptadas a cavar; com extremidade achatada como em um remo, adaptadas ao nado.

Outros elementos destinados à locomoção são as asas, existentes unicamente na classe dos insetos, entre todos os invertebrados.

Observe o **número de pernas** nos representantes dos três maiores grupos de artrópodes: aracnídeos, insetos e crustáceos. Note que o par de pinças do caranguejo corresponde ao primeiro par de pernas.

Entre os artrópodes, o caráter **asa** só ocorre nos insetos, mas não em todos os membros do grupo. Nos insetos que possuem asas podem ocorrer duas ou quatro.

As figuras estão representadas em diferentes escalas.

### Insetos



Mosquito, um inseto com **duas asas** (mede cerca de 8 mm de comprimento).



Traça-dos-livros, um inseto **sem asas** (mede cerca de 1 cm de comprimento).



Borboleta, um inseto que possui **quatro asas** (a abertura das asas desta borboleta é de 7 cm).

Photodisc/Arquivo da editora



- ✓ Observe a diferença no **número de antenas** entre os representantes dos insetos, crustáceos, aracnídeos e quilópodes. Note que o escorpião (aracnídeo) não possui antenas.

Você deve ter concluído, pela observação das imagens da página anterior, que nem todos os insetos possuem asas e, quando existentes, as asas podem ser duas (um par) ou quatro (dois pares).

A presença e o número de antenas são outras características que ajudam na identificação do grupo ao qual pertence um artrópode. Observe as imagens a seguir.

### Artrópodes: antenas



**Escorpião**, um aracnídeo (mede cerca de 8 cm de comprimento).



**Lacraia**, um quilópode (mede cerca de 10 cm de comprimento).



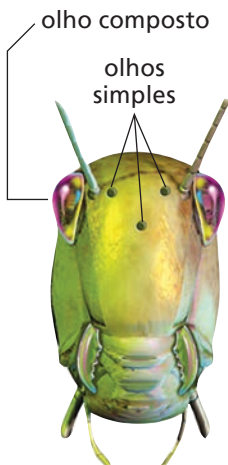
**Abelha**, um inseto (mede cerca de 1 cm de comprimento).



**Lagosta**, um crustáceo (mede cerca de 15 cm de comprimento).

As figuras estão representadas em diferentes escalas.

### Cabeça de inseto

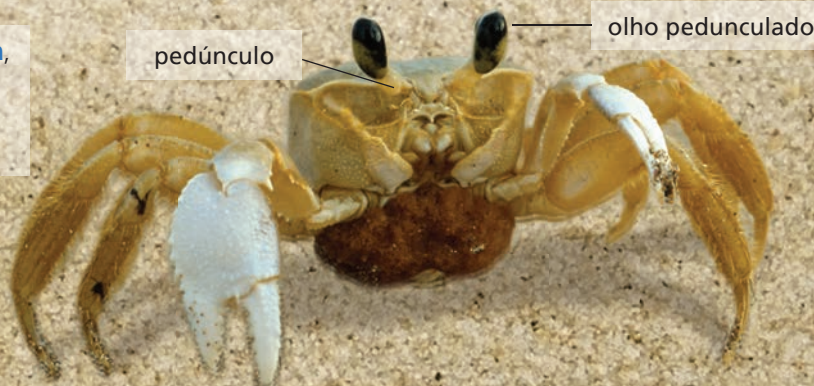


Como você pode observar, o número de antenas varia de um grupo para outro. Aracnídeos não possuem antenas; insetos e “miriápodes” possuem um par e os crustáceos possuem sempre dois pares de antenas.

Os artrópodes apresentam dois tipos de **olhos**: olho simples e olho composto. O estudo dos olhos também permite distinguir as diferentes classes de artrópodes.

- Os aracnídeos possuem apenas olhos simples, em número geralmente de oito nas aranhas.
- Os “miriápodes” podem ser cegos ou apresentar de um par a muitos olhos simples.
- Os insetos possuem três olhos simples (ocelos) e dois olhos compostos, como mostra o desenho esquemático ao lado.
- Os crustáceos possuem apenas olhos simples ou apenas olhos compostos. Neste último caso, os olhos podem estar situados na extremidade de pedúnculos e, por isso, são chamados de **olhos pedunculados**. É o que você pode observar facilmente em um caranguejo, um sirí ou um camarão, por exemplo. Existem várias espécies de crustáceos, especialmente entre os microscópicos, que possuem olhos simples.

- **Caranguejo maria-farinha**, comum no litoral brasileiro (carapaça com cerca de 3,5 cm de largura).



pedúnculo

olho pedunculado

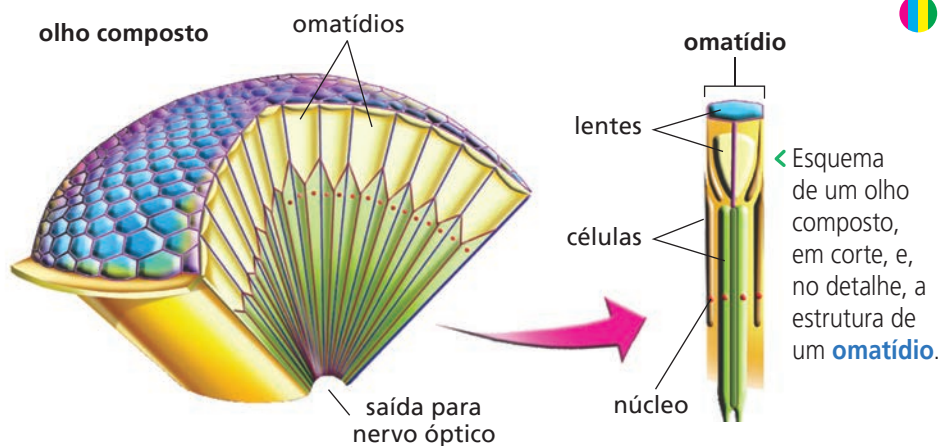
Haroldo Palo Jr/Kino





## CURIOSIDADE

Um olho composto é formado por unidades chamadas **omatídios**, como você pode observar no esquema ao lado. Cada omatídio é responsável pela captação de uma pequena imagem e, então, as imagens coletadas por todos os omatídios são superpostas, resultando um enorme campo visual para os insetos.



Luis Moura/Arquivo da editora

As peças bucais também apresentam variações entre os animais do filo dos artrópodes, podendo ser um importante elemento para classificação, principalmente entre os insetos. Mosquitos, pulgas e barbeiros, por exemplo, possuem aparelho bucal picador; formigas, baratas, gafanhotos e besouros possuem aparelho bucal mastigador. Veja ao lado o aparelho bucal sugador, que ocorre em borboletas e mariposas.



< Cabeça de uma borboleta, com cerca de 2 mm de diâmetro. Observe o **aparelho bucal sugador**, existente também em mariposas. Nessa imagem, ele se encontra enrolado; durante a alimentação, a estrutura se desenrola, permitindo sugar líquidos, como o néctar das flores.

Dennis Kunkel Microscopy/Phototake/Glow Images

### 3 Reprodução

Os artrópodes são, com raras exceções, animais de sexos separados. Uma exceção é a craca, crustáceo marinho hermafrodita, facilmente encontrado preso a rochas.

Nos artrópodes, a fecundação é interna e cruzada, até mesmo nas formas hermafroditas, como as cracas.

Entre os insetos, um fenômeno relativamente comum é o da **partenogênese**. Óvulos não fecundados podem se desenvolver e formar um novo indivíduo, sem fecundação; assim, não há participação masculina. É o caso dos machos das abelhas: eles se desenvolvem de óvulos não fecundados, enquanto os óvulos fecundados formam ovos que dão origem a fêmeas.

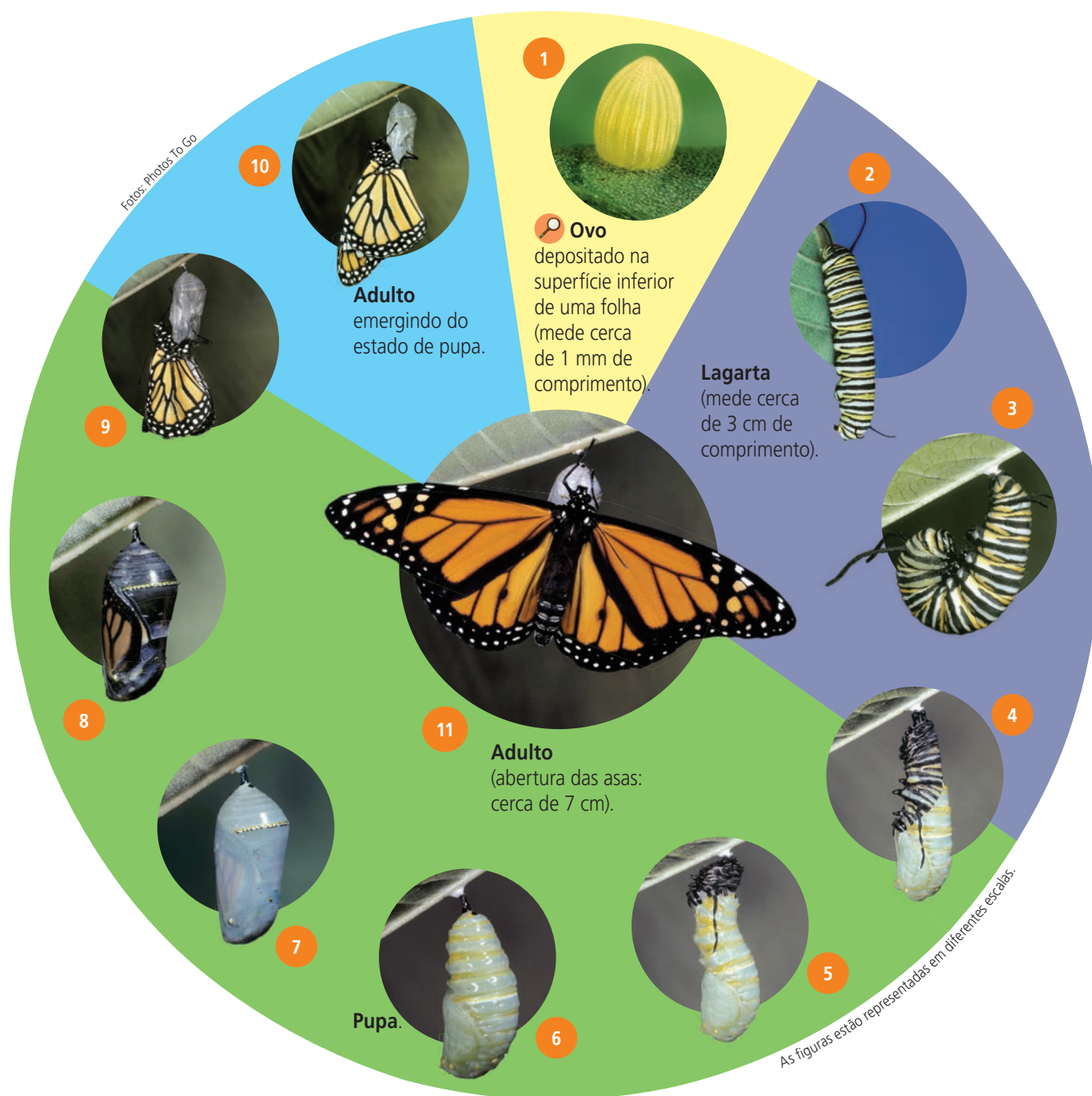


Fabio Colombini / Acervo do fotógrafo

^ Uma **colônia de cracas**, que são crustáceos hermafroditas. As cracas vivem fixas às rochas da região entremarés e podem ficar expostas ao ar durante a maré baixa, como nesta foto (tamanho aproximadamente natural).

## 4 Desenvolvimento

Você já sabe que os artrópodes caracterizam-se pelo crescimento em mudas, no qual ocorrem trocas periódicas do revestimento de quitina. Em alguns artrópodes, o corpo sofre modificações além das mudas. Veja, como exemplo, a **metamorfose** de uma borboleta.



^ Diferentes fases do **ciclo de vida de uma borboleta**: ovo, lagarta, pupa e adulto. Esta espécie (*Danaus plexippus*) é conhecida como borboleta-monarca e ocorre na América do Norte, onde realiza uma longa migração durante o outono, indo da região sul do Canadá até o México. A metamorfose nesta espécie é relativamente curta, levando cerca de um mês do ovo ao adulto. Observe em **3** a fixação da lagarta a um substrato (no caso, uma folha) e, em **4**, o início da formação do casulo.



De cada ovo, depositado pela fêmea, eclode uma larva que, no caso das borboletas e mariposas, é conhecida como **lagarta**. Ela sofre diversas mudas e cresce. Nesse período, seu apetite é voraz. Após essa fase, forma-se a **pupa**. Na pupa, a lagarta sofre a metamorfose, originando a forma adulta.

A metamorfose é frequente entre os artrópodes, mas não ocorre em todos os grupos. Quando ela ocorre, dizemos que o animal apresenta desenvolvimento indireto e, quando não ocorre metamorfose, dizemos que o desenvolvimento é direto.

O desenvolvimento indireto (por metamorfose) ocorre em quase todas as espécies de crustáceos e é raro entre os aracnídeos.

Entre os insetos e os “miriápodes” existem espécies que apresentam desenvolvimento direto e outras que apresentam metamorfose, que pode ser completa ou incompleta.

Na metamorfose completa, do ovo sai uma larva, que é bem diferente do adulto; na metamorfose incompleta, do ovo sai a **ninfa**, que já é bem parecida com o adulto, mas que não tem algumas características desenvolvidas, como asas e gônadas, por exemplo.

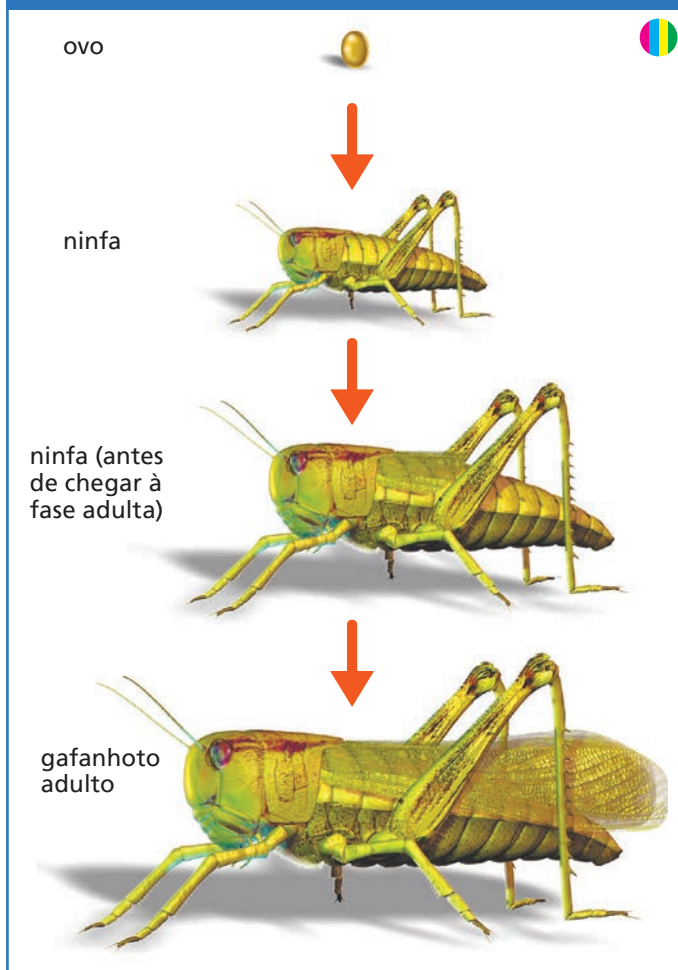
Veja a ilustração ao lado, que mostra o desenvolvimento de um gafanhoto, e depois compare-o com o da borboleta (página anterior).

Comparando o desenvolvimento do gafanhoto com o da borboleta, você pode notar que a metamorfose da borboleta é completa (inseto **holometábolo**) e a do gafanhoto é incompleta (inseto **hemimetábolo**).

Além da borboleta, outros exemplos de insetos que se desenvolvem por metamorfose completa são as moscas e as pulgas; já a barata, a libélula e o percevejo, além do gafanhoto, desenvolvem-se por metamorfose incompleta. A traça-dos-livros é um exemplo de inseto que não apresenta metamorfose, ou seja, seu desenvolvimento é direto (inseto **ametábolo**).

O desenvolvimento dos aracnídeos, como você já sabe, é direto, sendo que os escorpiões apresentam uma particularidade: eles são vivíparos, enquanto a quase totalidade dos artrópodes é ovípara. Os escorpiões, logo após o nascimento, sobem no dorso da mãe e ali se desenvolvem até a primeira muda.

## Metamorfose incompleta em gafanhoto



Esquema do desenvolvimento com **metamorfose incompleta do gafanhoto** (o adulto mede cerca de 6 cm de comprimento).



Pequenos **escorpiões** no dorso da fêmea (que mede cerca de 8 cm de comprimento). Os aracnídeos são vivíparos, com **desenvolvimento direto**.



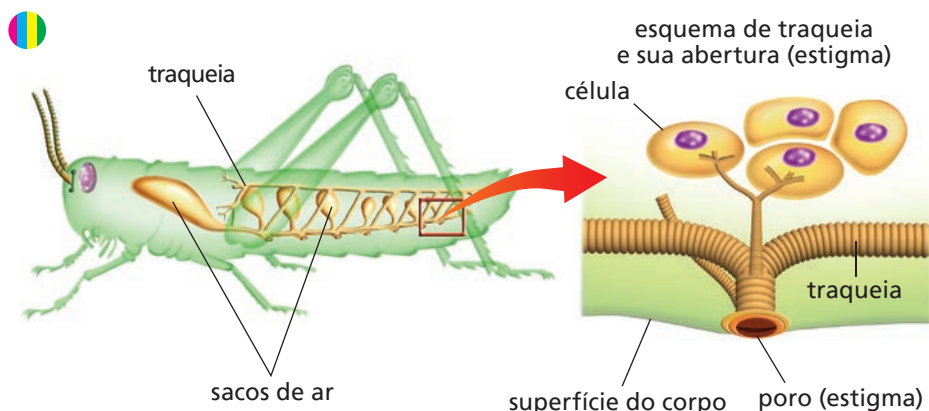
## 5 Fisiologia: respiração, circulação e excreção

✓ Esquema ilustrando, por transparência, as **traqueias** e os sacos de ar no corpo de um gafanhoto.

Os artrópodes são encontrados em praticamente todos os ambientes do nosso planeta: muitas são as formas aquáticas e muitas são as terrestres, com representantes voadores. Isso nos leva a supor que eles apresentem mais do que um tipo de respiração.

Os artrópodes aquáticos apresentam **respiração branquial**.

### Estrutura interna de um inseto com destaque para as traqueias



Nos insetos e “miriápodes” a respiração é **traqueal**. As traqueias formam um sistema de tubos que percorrem o corpo do animal e se abrem em poros (estigmas) localizados lateralmente na superfície do corpo. Veja o desenho esquemático ao lado.

As traqueias ramificam-se por todo o corpo, de tal forma que as trocas gasosas ocorrem

por difusão diretamente entre o ar do interior das traqueias e as células do animal. As traqueias não se comunicam, portanto, com o sangue, como é regra nos diversos mecanismos de respiração de outros animais. O sangue dos insetos não possui pigmentos respiratórios e não transporta gases.

A respiração dos aracnídeos se faz por meio de **filotraqueias (pulmões foliáceos)**, estruturas formadas por lâminas irrigadas, finas e paralelas, que se abrem na superfície do corpo por meio de poros (estigmas). As trocas gasosas ocorrem nas lâminas que, assim, recebem gás oxigênio, que passa para o sangue.

As aranhas, além dos pulmões foliáceos, possuem também traqueias, semelhantes às dos insetos, que não ocorrem nos escorpiões.

No sistema circulatório dos artrópodes há um vaso dorsal que atua como coração. Ele tem forma e localização variáveis nos diversos grupos do filo. É o coração que impulsiona o líquido circulante por todo o corpo do animal.

Nos artrópodes, o sangue não está sempre no interior de vasos. Ele entra em lacunas existentes entre alguns órgãos. A **circulação** dos artrópodes é, portanto, **aberta ou lacunar**.

A eliminação de excretas nitrogenadas, nos insetos e nos miriápodes, é feita por um conjunto de túbulos chamado **túbulos de Malpighi**, que coleta os resíduos presentes no sangue e os envia para a porção terminal do intestino, onde são eliminados com as fezes.

Nos aracnídeos, as chamadas **glândulas coxais** – nome derivado de sua localização – realizam a excreção de resíduos junto com túbulos de Malpighi semelhantes aos que ocorrem nos insetos.

Já os crustáceos não apresentam túbulos de Malpighi, e sim pares de glândulas excretoras, como as **glândulas antenais** (localizadas na base das antenas), também chamadas de **glândulas verdes**, e as **glândulas maxilares**.

**SUGESTÃO DE ATIVIDADE**



**MULTIMÍDIA**

#### Microcosmos

(Microcosmos: le peuple de l'herbe)

Direção de Claude Nuridsany e Marie Pérennou. 80 min. Cor. França, 1996.

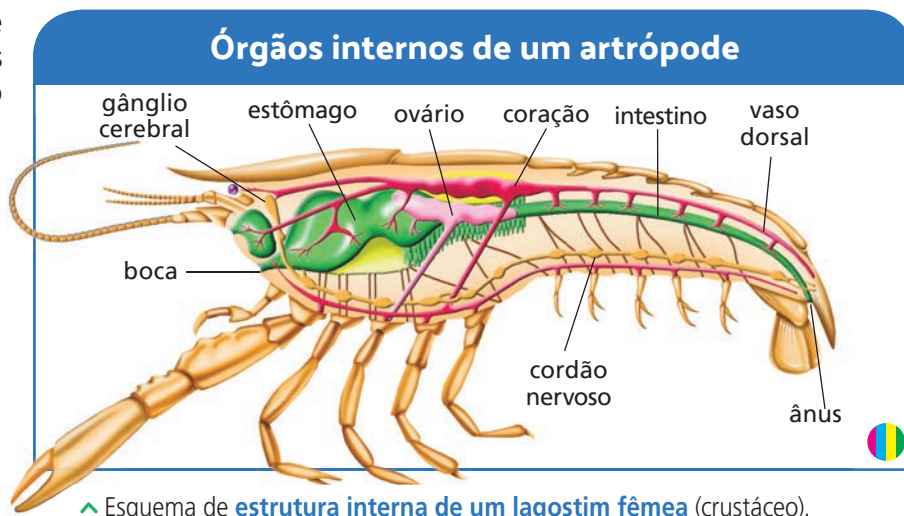
Como é a vida dos pequenos animais que vivem junto ao solo, em um bosque? Este documentário contém interessantes imagens de diversos invertebrados e as interações entre eles.



Divulgação

Assim como outros filos de invertebrados, os artrópodes apresentam sistema nervoso ventral, com a formação de gânglios cerebrais mais desenvolvidos na região anterior, onde se concentram diversas estruturas sensoriais.

O desenho esquemático ao lado representa a localização da maioria dos órgãos internos em um artrópode da classe dos crustáceos, utilizando como modelo uma fêmea de lagostim.



Esquema de estrutura interna de um lagostim fêmea (crustáceo).

## 6 Grupos de artrópodes

### 6.1 Insetos

Os insetos constituem a classe com maior número de espécies, não somente entre os artrópodes, mas considerando todo o reino animal. O grande sucesso evolutivo dos insetos deve-se a diversos fatores, entre os quais estão o exoesqueleto quitinoso e a conquista da capacidade de voar. Essas características, entre outras, possibilitaram a conquista dos mais diversos ambientes e nichos ecológicos.

Os insetos voadores também tornaram-se importantes para os ecossistemas como agentes polinizadores de plantas, garantindo a reprodução de numerosas espécies de angiospermas. O registro fóssil confirma a hipótese de que muitas espécies de insetos e de angiospermas apresentaram coevolução, e atualmente dependem uma da outra para garantir sua sobrevivência.

Existem insetos transmissores de agentes causadores de doenças. Entre eles estão os pernilongos como o *Anopheles*, que transmite a malária, o *Aedes aegypti*, que transmite, entre outras viroses, a dengue, e o *Culex*, que transmite a filariose. O percevejo conhecido como "barbeiro" transmite o protozoário causador da doença de Chagas, e as moscas e baratas transmitem os agentes causadores da disenteria e da febre tifoide, ao contaminarem os alimentos quando pousam ou rastejam sobre eles.

A classe dos insetos é dividida em aproximadamente 30 ordens, sendo a mais numerosa a ordem dos coleópteros (besouros) com cerca de 500 mil espécies.

Os coleópteros possuem as asas anteriores resistentes, relativamente grossas, denominadas élitros. Elas se assemelham a um "estojo" que guarda o fino par de asas posteriores. Os besouros usam essas asas finas para voar, mas seu voo é lento.



Fotos: Photodisc/Arquivo da editora



SUGESTÃO  
DE ATIVIDADE



Fabio Colombini/Acervo do fotógrafo

Besouro visitando pequenas flores (mede cerca de 1,2 cm de comprimento). Muitos insetos atuam como agentes polinizadores.



#### PENSE E RESPONDA

Explique, no caderno, por que evitar a formação de água estagnada de qualquer tipo e em qualquer lugar faz parte das medidas básicas para evitar doenças transmitidas por mosquitos.

As larvas de mosquitos desenvolvem-se na água doce, limpa e parada.

Observe o besouro com as asas fechadas e com as asas abertas. Os élitros são as asas anteriores, resistentes, e as asas posteriores são delicadas, usadas para voar. Os besouros desta espécie medem cerca de 5 cm de comprimento.



A segunda ordem em número de espécies é a dos **lepidópteros**, que compreende as borboletas e mariposas, com aproximadamente 140 mil espécies. As asas desses insetos (dois pares) possuem inúmeras escamas, que podem ser percebidas quando as observamos bem de perto.

Corel/Arquivo da editora



^ **Borboleta** (a abertura das asas mede cerca de 5 cm).

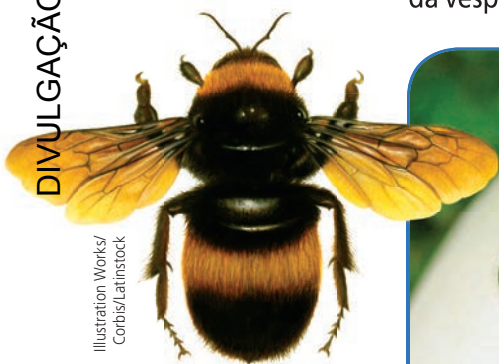
Fabio Colombini / Acervo do fotógrafo



^ **Mariposa** (a abertura das asas mede cerca de 7 cm).

Continuando em número decrescente de espécies, a ordem seguinte é a dos **himenópteros**, representados pelas formigas, vespas e abelhas. Os himenópteros contam com cerca de 90 mil espécies. As asas, quando presentes, são finas como membranas, quase transparentes. Observe esta característica nas asas da abelha e da vespa. Em algumas espécies de formigas, surgem asas na época da reprodução.

DIVULGAÇÃO PNLD

Illustration Works/  
Corbis/Latinstock


^ **Abelha** (mede cerca de 10 mm de comprimento).

Photos To Go



^ **Formiga** (mede cerca de 15 mm de comprimento).

Brad Nelson/Phototake/Latinstock



^ **Vespa** (mede cerca de 15 mm de comprimento).

Anthony Bannister  
/Corbis/Latinstock


^ **Mosca** (mede cerca de 10 mm de comprimento).

Animals/Grupo Keystone



^ **Pernilongo** (mede cerca de 7 mm de comprimento).

A ordem dos **dípteros**, representada pelas moscas e pelos mosquitos (pernilongos), possui aproximadamente 80 mil espécies.

Muitas espécies de dípteros são transmissoras de doenças ao ser humano, conforme comentamos anteriormente.



Muitas ordens têm seus nomes formados com referência às asas, terminando então com *ptero*. A ordem dos dípteros, por exemplo, tem esse nome em alusão ao número de asas. Os insetos dessa classe são os únicos, dentre os que possuem asas, que apresentam apenas um par de asas. Veja outros exemplos de ordens que têm nomes terminando com *ptero*.

› **Ortópteros** – asas retas (*orto* = reto, reta). São os gafanhotos, esperanças e grilos. Diferentemente de todas as ordens já citadas, cujos representantes possuem desenvolvimento com metamorfose completa, os ortópteros apresentam metamorfose incompleta.

› **Sifonápteros** – nome que deriva de *sifon* = tubo, *a* = sem (prefixo de negação) e *ptero* = asa. São, portanto, insetos sem asas (ápteros) e que possuem um tubo. Que tubo é esse?

É um “tubo” que faz parte do aparelho bucal sugador, utilizado para perfurar o corpo de suas presas e dele retirar alimento (sangue). Os sifonápteros são representados pelas pulgas e pelo bicho-do-pé, insetos com metamorfose completa.

› **Isópteros** – asas iguais (*iso* = igual). Apresentam dois pares de asas, muito parecidas entre si. São os cupins, insetos sociais. Somente as castas reprodutoras (rainha e rei) são aladas, as outras formas são ápteras, ou seja, sem asas. As formas aladas, popularmente conhecidas por aleluias ou siriris, perdem as asas após as revoadas que fazem, tão comuns nas tardes quentes e úmidas.

*Ptero* = asa. *Lepidópteros* = asas com escamas; *himenópteros* = asas membranosas; *dípteros* = duas asas.



## PENSE E RESPONDA

Consulte o glossário etimológico e anote em seu caderno o significado de **ptero**, e depois descubra o significado dos nomes das ordens: **lepidópteros**, **himenópteros** e **dípteros**.

Photos To Go



◀ **Gafanhoto** (mede cerca de 6 cm de comprimento).

David Scharf/SPL/Latinstock



◀ **Pulga** que parasita gatos. Suas pernas estão adaptadas aos saltos; o formato achatado do corpo e os “espinhos” em seu exoesqueleto auxiliam a pulga a se mover e a se fixar entre os pelos do gato. A pulga pode medir de 1,5 mm a 4 mm de comprimento.

Haroldo Palo Jr/Kino



◀ Os **cupins alados** são os indivíduos reprodutores da colônia. Os indivíduos ápteros, que medem cerca de 1 cm de comprimento, são **operários** e **soldados** da colônia.

› **Cupinzeiro** no interior de São Paulo. Essa estrutura abriga uma sociedade de cupins. Cupinzeiros gigantes podem chegar a 2 m de altura.



➤ **Barbeiro**, inseto heteróptero que mede cerca de 3 cm de comprimento.



➤ **Barata**, inseto blatódeo que mede cerca de 5 cm de comprimento.



➤ **Bicho-pau**, cujo corpo mede cerca de 12 cm de comprimento.



### REÚNA-SE COM OS COLEGAS

Com um colega, consulte livros e sites de divulgação científica para conhecer mais a respeito da diversidade de insetos. Escolham um grupo (espécie, gênero ou família) para se aprofundar na pesquisa, descobrindo curiosidades e fatos sobre ele. Elaborem uma apresentação para a classe, com imagens ou modelos 3D construídos por vocês.

✓ **Libélula**, cujo corpo mede cerca de 4 cm de comprimento.

Haroldo Palo Jr/Kino

Resposta pessoal. Veja comentários no Manual.



➤ **Heterópteros** – são os percevejos, como o barbeiro, transmissor do tripanossomo causador da doença de Chagas. O nome da ordem deriva do fato de existirem dois tipos de asas nesses animais, sendo um deles diferente dos demais (*hetero* = heterogêneo): o tipo **hemiélitro**, que possui asas heterogêneas em que parte é mais resistente como os élitros, e parte é mais fina. Apresentam metamorfose incompleta.

Algumas ordens da classe dos insetos têm seus nomes derivados de outras características, não relacionadas com as asas. Veja estes exemplos.

➤ **Blatódeos** – são as baratas (*blatta* = barata), insetos de metamorfose incompleta.

➤ **Fasmida** – são os bichos-pau. O nome da ordem deriva de *fasma*, que significa “fantasma”. É uma alusão ao fato de que esses insetos parecem gravetos ou pequenos pedaços de pau, ou folhas, sendo dificilmente vistos em meio aos galhos secos e folhagens onde vivem. Possuem metamorfose incompleta.

➤ **Odonatas** – são insetos com aparelho bucal mastigador, dotado de mandíbula com pequenos dentes (*odonto* = dente). São representados pelas libélulas, insetos predadores, vorazes, incluindo outros insetos entre suas presas. Possuem desenvolvimento com metamorfose incompleta.

## 6.2 Crustáceos

Os **crustáceos** são os únicos artrópodes com quatro antenas (dois pares). Essa é uma das mais importantes características para se distinguir esse grupo. Nem mesmo a **crosta** (exoesqueleto com impregnações de sais de cálcio), que deu nome ao grupo, tem ocorrência absoluta.

Os crustáceos são os principais artrópodes aquáticos, sendo a maioria marinha. Existem alguns representantes de água doce, como o “camarão-d’água-doce”, conhecido como pitu.

Há um grupo, classificado com o nome de **isópodes** (*iso* = igual; *podes* = pernas), cuja maioria dos representantes é marinha, mas algumas espécies vivem fora da água, em solos ou outros lugares úmidos. É o caso, por exemplo, do tatuzinho-de-jardim e da baratinha-da-praia (*Ligia*). Todos eles, apesar do hábito terrestre, possuem respiração branquial, o que os obriga a manter úmidas suas brânquias. Estas ficam protegidas na porção mais interna das pernas, bem próximas ao corpo.

Os crustáceos mais populares pertencem ao grupo dos **decápodes**, em que estão os caranguejos, siris, lagostas, camarões. Nesses animais, a crosta é bem evidente.

Há também um grupo de crustáceos sésseis, do qual fazem parte as cracas (veja fotografia na pág. 195).

Existem grupos de crustáceos aquáticos cujos representantes são muito pequenos. Eles são consumidores primários em muitas cadeias alimentares, e fazem parte do zooplâncton. Como exemplo, pode-se citar o grupo dos **copépodes**, que possui representantes marinhos e de água doce.

Com esses pequenos crustáceos, no plâncton também existem numerosas larvas de crustáceos maiores, do grupo dos decápodes.

Há um grupo de crustáceos marinhos planctônicos, parecidos com camarões e conhecidos como **krill**, encontrados nos mares frios da região polar, que são a principal fonte de alimento para algumas espécies de baleia.

O **krill** é transparente, atinge cinco centímetros de comprimento e vive em grandes grupos, com aproximadamente 60 mil indivíduos por metro cúbico. Poderiam cobrir uma área equivalente a vários quarteirões, quando observados em vista aérea. Uma baleia-azul adulta pode ingerir uma tonelada de **krill** de uma só vez, o que pode ocorrer até quatro vezes por dia.



Fabio Colombini/Arquivo do fotógrafo

^ **Tatuzinhos-de-jardim**, caminhando na terra e enrolado, em posição de defesa. O tatuzinho mede cerca de 1 cm de comprimento.



Roland Birke/Getty Images

^ **Copépode marinho**, que faz parte do plâncton. A maioria dos copépodes mede de 1 mm a 5 mm de comprimento.



Haroldo Palo Jr/Kino

^ **Krill**: crustáceo que constitui alimento de baleias e pinguins. Seu corpo é praticamente transparente e mede cerca de 5 cm de comprimento.





Exemplo de araneídeo: **aranha-caranguejeira** ou **tarântula** (mede cerca de 5 cm de comprimento).

### 6.3 Aracnídeos

Uma importante característica dos **aracnídeos**, que os distingue dos demais artrópodes, é a ausência de antenas e de mandíbulas, estruturas existentes nos insetos, crustáceos e “miriápodes”.

Possuem, ao redor da boca, estruturas denominadas **quelíceras**, importantes para segurar e triturar seus alimentos. A classe dos aracnídeos é por isso inserida no subfilo dos quelicerados.

Esses animais também possuem um segundo par de apêndices, localizado na região anterior, chamados **pedipalpos**. Sua função varia entre os grupos, podendo auxiliar na captura de presas ou no acasalamento.

A classe está organizada em três ordens:

- **araneídeos** – representados pelas aranhas;
- **escorpionídeos** – representados pelos escorpiões;
- **acarinos** – representados pelos carrapatos em geral e por formas microscópicas, como o conhecido ácaro causador de alergia em seres humanos.

Os aracnídeos são, em sua maioria, animais predadores, sendo, alguns deles, peçonhentos, como os escorpiões e algumas aranhas.

Nas aranhas, as glândulas de veneno situam-se junto às quelíceras; nos escorpiões, situam-se na extremidade do pós-abdômen (cauda).

Existem soros contra picadas de aranhas e escorpiões, embora, como regra geral, os venenos desses animais tenham baixa toxicidade para o ser humano. No entanto, sempre existe a possibilidade de sensibilidade pessoal exacerbada (reações alérgicas), o que indica a necessidade de cuidados médicos relacionados com a picada desses aracnídeos.

A ferroada de escorpião é particularmente dolorida. Esses animais são crepusculares, vivendo junto a paus podres, folhas secas, debaixo de pedras e demais ambientes semelhantes. Os casos de morte por ferroada de escorpião referem-se geralmente a crianças que sofreram ataque de diversos escorpiões ao mesmo tempo.

No Brasil, o escorpião-amarelo (*Tityus serrulatus*) e o escorpião-marrom (*Tityus bahiensis*) são as principais espécies que podem oferecer algum risco para os seres humanos.



#### CURIOSIDADE

Os escorpiões são também conhecidos por *lacrás*, principalmente em Portugal, onde também são chamados de *alacrás* e *alacraias*. No Maranhão, ele também é conhecido por “rabo-torto”. Há certa confusão popular entre escorpião e lacraia, que também é um artrópode peçonhento, mas não é um aracnídeo.

### Escorpiões cujo veneno tem importância médica no Brasil



➤ **Escorpião-amarelo** (*Tityus serrulatus*), que ocorre nos estados: MG, ES, BA, RJ, SP, CE, PR, GO, MS. Seu corpo mede cerca de 5 cm de comprimento.



➤ **Escorpião-marrom** (*Tityus bahiensis*), que ocorre nos estados: MG, ES, BA, SP, PR, SC, GO, MT, MS. Seu corpo mede cerca de 5 cm de comprimento.

Veja as consequências de acidentes por escorpiões e como evitá-los no site do Centro Virtual de Toxinologia (CEVAP), da Unesp, disponível em: <[http://www.cevap.org.br/Cont\\_Default.aspx?cont=miss&idioma=>](http://www.cevap.org.br/Cont_Default.aspx?cont=miss&idioma=>)>. Acesso em: 24 maio 2016.

Veja no site do CEPAV-Unesp informações a respeito de acidentes envolvendo aranhas e como evitá-los. Disponível em: <[http://www.cevap.org.br/Cont\\_Default.aspx?cont=EMEA](http://www.cevap.org.br/Cont_Default.aspx?cont=EMEA)>. Acesso em: 24 maio 2016.

Entre as aranhas, a armadeira (gênero *Phoneutria*), a aranha-marrom (gênero *Loxosceles*) e a viúva-negra (*Latrodectus*) são peçonhentas, com casos de acidentes registrados pelo Instituto Butantan, em São Paulo, onde é feita a produção de soro específico para cada veneno. Outra espécie de interesse médico é a aranha-de-grama (gênero *Lycosa*), cuja picada provoca dor intensa, mas não há necessidade de soro, só curativo local.

### Aranhas cujo veneno tem importância médica no Brasil



^ **Aranha-marrom**, do gênero *Loxosceles*. O corpo mede cerca de 1 cm de comprimento.



^ **Viúva-negra**, fêmea do gênero *Latrodectus*. Seu corpo mede cerca de 1 cm, enquanto o do macho mede poucos milímetros.

Para evitar o contato com aranhas e escorpiões, o ideal é vedar soleiras de portas e ralos, manter jardins e quintais limpos e armazenar adequadamente o lixo. Não é aconselhável o uso de produtos químicos, que têm efeito temporário e podem prejudicar animais domésticos e seres humanos.

No grupo dos acarinos estão os carrapatos e os ácaros. Os carrapatos são sugadores de sangue, especialmente de mamíferos, sendo muito comum observá-los no corpo de animais que vivem em pastos, como os bois.

Entre os ácaros microscópicos ou semi-microscópicos estão os parasitas da pele humana e de outros mamíferos. É o caso do “bicho-da-sarna” ou ácaro-da-sarna, que, como diz seu nome popular, é o causador da sarna.

Um ácaro que tem trazido muita preocupação, por ser responsável por numerosos casos de alergia, comprometendo o sistema respiratório humano, é o *Dermatophagoides farinae*, animal microscópico que vive no ambiente doméstico, sendo conhecido por “ácaro-da-poeira” ou “ácaro-da-alergia”.



R-P/Kino

< **Carrapato** do gênero *Amblyomma* sobre pele humana. Seu corpo mede cerca de 2 mm de comprimento.



Eye of Science/SPL/Latinstock

< **Ácaro-da-sarna** (*Sarcoptes scabiei*). Seu corpo mede cerca de 0,5 mm de diâmetro. A sarna se caracteriza por coceira e manchas avermelhadas na pele, que são reações alérgicas à saliva e às fezes desse ácaro.



Eye of Science/SPL/Latinstock

< **Ácaro-da-poeira** (gênero *Dermatophagoides*) entre partículas de pó. Ele pode causar alergias respiratórias em humanos. Seu corpo mede cerca de 0,5 mm de comprimento.



## 6.4 Quilópodes e diplópodes

Coletivamente chamados “**miriápodes**”, a característica comum a essas duas classes é a presença de numerosas pernas.

Você já sabe que os **quilópodes** possuem um par de pernas em cada segmento de seu tronco e os **diplópodes**, quando adultos, possuem dois pares em cada segmento.

Nos quilópodes, o primeiro par de pernas é modificado em **forcípulas**, estruturas associadas à glândula de veneno e que atuam na imobilização de suas presas. Eles são conhecidos por lacraias ou centopeias, animais carnívoros, predadores de vermes, insetos e até mesmo de pequenos vertebrados.

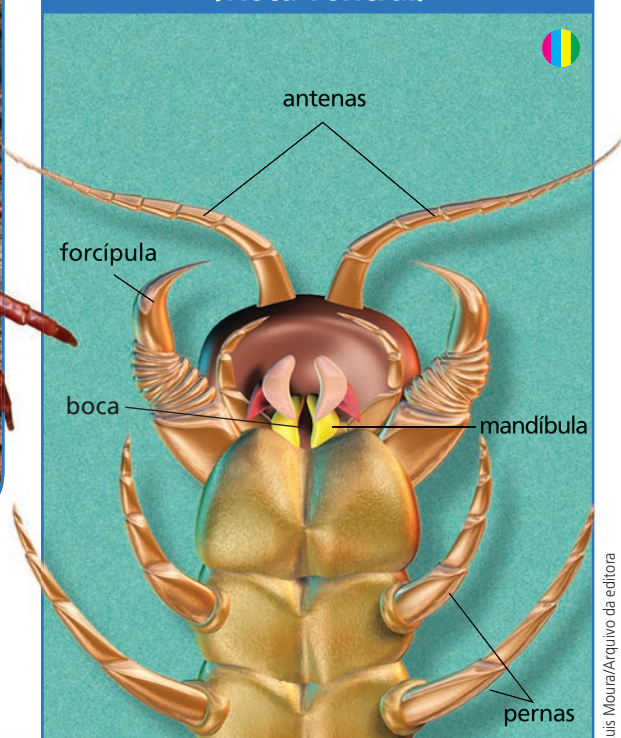
Fabio Colombini / Acervo do fotógrafo



DIVULGAÇÃO PNLD

^ **Lacraia** ou **centopeia**. O indivíduo da foto mede cerca de 16 cm de comprimento.

### Região anterior da lacraia (vista ventral)



Luís Moura/Arquivo da editora

Os **diplópodes** são conhecidos popularmente por piolhos-de-cobra, mil-pés, embuás, gongolôs; são animais herbívoros. Diferentemente dos quilópodes, que são ágeis e adaptados para o ataque, os diplópodes são lentos e preparados para defesa. Quando se sentem ameaçados, enrolam-se e emitem um cheiro forte e desagradável, que geralmente afasta seus predadores.

Os quilópodes e os diplópodes possuem um par de antenas, olhos simples, respiração traqueal e excreção por túbulos de Malpighi. Ambos possuem sexo separado; os quilópodes apresentam desenvolvimento direto e os diplópodes, desenvolvimento indireto.

Haroldo Palo Jr/Kino



^ **Piolho-de-cobra**, um diplópode, em posição de defesa. Nesta posição, o diâmetro é de cerca de 3 cm.





## Classificação dos artrópodes

Existem diversas propostas de classificação dos artrópodes e esse é um tema de muito debate no meio científico. A maioria das propostas recentes considera que o filo dos artrópodes é monofilético, ou seja, surgiu a partir de um ancestral comum exclusivo.

Nas classificações tradicionais, insetos, crustáceos, aracnídeos, quilópodes e diplópodes eram apresentados como cinco classes dentro desse filo. No entanto, análises mais recentes sobre o parentesco evolutivo entre os artrópodes indicam que nem todos esses grupos correspondem à mesma categoria taxonômica (no caso, classe).

Segundo uma das propostas de classificação, que vem sendo bem-aceita, os crustáceos formam um subfilo, que abriga diversas classes,

como a classe dos decápodes, da qual fazem parte caranguejos e camarões.

O subfilo dos miriápodes está dividido em quatro classes, correspondendo os quilópodes e os diplópodes a duas dessas classes.

Os insetos formam uma classe dentro do subfilo dos hexápodes e os aracnídeos, por sua vez, constituem uma classe dentro do subfilo dos quelicerados (leia o texto a seguir).

Em nosso estudo, o foco não é a taxonomia, mas o estudo da diversidade e das adaptações dos artrópodes aos mais diversos ambientes. No entanto, é importante saber que, justamente por ser um filo tão diversificado, o entendimento das relações evolutivas entre os grupos e as propostas de classificação estão em constante revisão.

## Quelicerados

Vimos neste capítulo que os aracnídeos estão inseridos em um grupo chamado **quelicerados**. Existem duas classes de animais que possuem quelíceras: a dos aracnídeos e a dos merostomados, esta última não apresentada no capítulo.

Os **merostomados** são quase todos fósseis, com apenas três gêneros vivos, entre eles *Limulus*, artrópode que, por seu aspecto, é conhecido por caranguejo-ferradura (do inglês *horseshoe crab*), ou caranguejo-caçarola, embora não pertença à classe dos crustáceos e não seja, portanto, um caranguejo.

Esses animais são marinhos e vivem na areia de mares rasos, no litoral norte-americano.

Os outros gêneros de merostomados ocorrem no litoral da Coreia, do Japão e das Filipinas. Eles possuem, como os outros artrópodes, corpo segmentado com apêndices articulados e um exoesqueleto quitinoso. Seus cinco pares de pernas atuam como remos, e sua respiração é branquial.

Na época da desova, as fêmeas arrastam-se para a praia, cada uma trazendo consigo o macho, que é menor. Ela escava "ninhos" pouco profundos na areia e ali deposita os ovos, que se contam aos milhares. Esses ovos eclodem em aproximadamente duas semanas, libertando as formas jovens, que são arrastadas pela maré até o oceano, onde completarão seu desenvolvimento e chegarão à fase adulta.

### > Caranguejo-ferradura

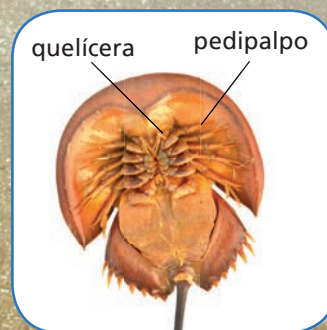
(gênero *Limulus*), um quelicerado marinho que ocorre na região do Golfo do México. Pode medir cerca de 60 cm de diâmetro. No detalhe, uma foto desse animal em vista ventral.

Mindén Pictures/Latinstock



abdômen

olho  
composto



quelíceras

pedipalpo

Butterfly Hunter/Shutterstock



## Abelhas em perigo

Estima-se que, das 250 mil espécies de plantas com flores (angiospermas), 90% são polinizadas por animais, especialmente insetos. Os polinizadores são tão importantes para a reprodução dessas plantas quanto a luz e a água para o seu crescimento. Mas também são essenciais para a espécie humana: dependemos de angiospermas e, portanto, da polinização para obter alimentos, fibras (algodão, linho etc.) e inúmeros outros produtos. Isso significa que as interações entre animais e plantas também nos afetam diretamente.

Na década de 1990, apicultores alertaram a comunidade científica a respeito do declínio das populações de abelhas, em diversas partes do mundo. Pesquisas comprovaram que esse declínio tem sido global, afetando espécies comuns nos trópicos e em regiões temperadas. Em 2015, em um amplo estudo divulgado na revista científica *Science*, foram analisadas 67 espécies de abelhas do gênero *Bombus*, nos Estados Unidos e na Europa, e concluiu-se que as populações naturais tiveram redução de 50% nos últimos 25 anos.

O principal fator relacionado ao declínio é o aquecimento global, fenômeno causador de intensas mudanças climáticas, que prejudicam a sobrevivência de diversos animais, inclusive das abelhas.

Outro fator que afeta as abelhas é o uso de pesticidas em lavouras. Pesquisas publicadas em 2012 revelaram que a presença de moléculas de pesticidas no ambiente relaciona-se com o menor crescimento das colmeias. Além disso, abelhas-operárias, que coletam néctar e pólen, orientam-se no caminho entre a colmeia e as flores pela percepção de moléculas odoríferas no ar e, com os pesticidas, a navegação e a orientação espacial ficam prejudicadas.

No Brasil, há evidências de que abelhas selvagens também vêm sofrendo declínio em suas populações, embora sejam necessários estudos aprofundados para avaliar a situação. As espécies do gênero *Bombus* que ocorrem aqui são popularmente chamadas mamangavas e têm sido prejudicadas pela fragmentação dos ambientes naturais onde vivem. A fragmentação dos *habitats* ocorre em consequência do crescimento de cidades, do avanço de grandes lavouras e do desmatamento.

Fontes:

CALIXTO, B. Aquecimento global é o principal fator do declínio das abelhas, diz estudo. *Época* – Blog do Planeta. Disponível em: <<http://epoca.globo.com/colunas-e-blogs/blog-do-planeta/noticia/2015/07/aquecimento-global-e-o-principal-fator-do-declinio-das-abelhas-diz-estudo.html>>.

GUIMARÃES, J. R. D. Os pesticidas e o declínio das abelhas. *Ciência Hoje on-line*. 19 out. 2012. Disponível em: <<http://cienciahoje.uol.com.br/colunas/terra-em-transe/os-pesticidas-e-o-declinio-das-abelhas>>.

Acessos em: 13 abr. 2016.

### DEPOIS DA LEITURA...

- Retome o que foi discutido nos capítulos sobre plantas, especialmente os assuntos referentes à reprodução em fanerógamas, e diga se o texto aqui comentado poderia ser aplicado às plantas gimnospermas. Explique a resposta em seu caderno.
- Reúna-se com os colegas e escolham uma espécie de inseto social para estudar. Busquem informações, em livros e sites de divulgação científica, a respeito da organização da sociedade, ou seja, como é a divisão de tarefas entre os indivíduos daquela espécie. Com as informações curiosas que encontrarem, montem uma exposição voltada às crianças que mostre a importância ecológica desses animais. Apresentem para os demais alunos da escola e/ou para a comunidade. O registro da exposição pode ser colocado na internet, em um *blog*.

a) Não, pois as gimnospermas não produzem flores e sua polinização é feita pelo vento.  
b) Veja comentários e sugestões no Manual.



Corel/Arquivo da editora

^ **Abelha com pólen** preso ao seu corpo. O contato com o pólen ocorre quando a abelha visita uma flor, à procura de néctar. Ela mede cerca de 8 mm de comprimento.



1. Insetos: pulga, libélula, barata, traça-dos-livros. Crustáceos: craca, tatuzinho-de-jardim, camarão. Aracnídeos: carrapato, escorpião, aranha. Quilópode: lacraia. Diplópode: piolho-de-cobra.

## Revendo e aplicando conceitos

1. Considere os seguintes artrópodes: pulga, carrapato, libélula, piolho-de-cobra, craca, lacraia, escorpião, tatuzinho-de-jardim, barata, traça-dos-livros, aranha e camarão. Organize-os nos cinco grupos que constituem o filo dos artrópodes estudado neste capítulo.

2. Organize uma tabela que relacione as características a seguir com os cinco grupos de artrópodes que foram estudados. Em alguns quadrinhos, você pode marcar um "x" para indicar a presença do caráter mencionado. Lista de características:

- número de pernas;
- número de antenas;
- cabeça, tórax e abdômen;
- cefalotórax e abdômen;
- cabeça e tronco;
- asas;
- tipo de respiração;
- tipo de sistema excretor;
- somente olhos simples;
- olhos simples e olhos compostos;
- mandíbulas;
- pedipalpos;
- quelíceras.

2. Veja como exemplo as características do grupo dos insetos: 3 pares de pernas, um par de antenas, corpo com cabeça, tórax e abdômen, há insetos com asas (1 ou 2 pares), respiração traqueal, túbulos de Malpighi, olhos simples e compostos, presença de mandíbulas. Por meio da tabela os alunos poderão comparar os grupos, percebendo semelhanças e diferenças.

3. a) Insetos com metamorfose completa ocupam, no decorrer da vida, mais de um nicho ecológico, o que aumenta suas chances de sobrevivência.

3. Considere o sucesso adaptativo dos insetos, verificado pelo número de espécies e pela variedade de *habitats* onde eles vivem. Atualmente, as ordens com maior número de espécies são aquelas que possuem desenvolvimento com metamorfose.

- Qual seria a "vantagem", em termos evolutivos, da metamorfose completa?
- Cite outra característica que pode ser relacionada com o sucesso evolutivo dos insetos.

4. Um estudante encontrou sobre as folhas de uma planta um estranho animal avermelhado, medindo poucos milímetros de comprimento, e resolveu pesquisar sua identificação. Observou a presença de quatro pares de pernas articuladas, ausência de asas e de antenas. Na região da boca, o estudante observou um par de apêndices articulados, que não soube dizer o que era.

3. b) O exoesqueleto de quitina, que oferece proteção mecânica e contra ressecamento. A presença de asas em muitos grupos de insetos também foi um fator importante na irradiação evolutiva.

5. Um par de antenas, corpo dividido em cabeça e tronco. Os quilópodes possuem um par de pernas por segmento do tronco; os diplópodes possuem dois pares de pernas por segmento.

a. A que filo e a que classe pertence esse animal?

Cite uma característica que justifique cada uma das suas respostas.

4. a) Filo dos artrópodes, classe dos aracnídeos, pois apresenta quatro pares de pernas articuladas e não possui asas ou antenas.

b. Qual era a estrutura observada pelo estudante, que ele não conseguiu identificar?

4. b) Quelíceras, envolvidas na manipulação das presas.

5. Observe os quadrinhos a seguir:



Fernando Gonsales/Folha Press

Quadrinhos "Níquel Náusea", de Fernando Gonsales.

Os animais agrupados como "miriápodes" (termo sem significado taxonômico) pertencem na verdade a duas classes distintas do filo dos artrópodes.

Cite duas características que esses animais possuem em comum e uma característica que permite distinguir as duas classes.

6. O zooplâncton, composto por animais microscópicos que flutuam na massa d'água, é um elo essencial na cadeia alimentar. [...] Entre esses organismos estão os cladóceros, crustáceos minúsculos e muito abundantes [...]. Em condições desfavoráveis, eles alteram sua estratégia reprodutiva e começam a produzir "ovos de resistência", que se depositam no sedimento do fundo do mar, onde aguardam "tempos melhores" para eclodir e originar uma nova população no plâncton. [...] A ocorrência e a distribuição dos ovos de resistência dos cladóceros na Baía de Guanabara visa a pesquisar a interferência humana na biota da região.

Trechos do artigo "Ovos de resistência: reserva de vida para a Baía de Guanabara", de Marazzo, Barros e Valentin – UFRJ, publicado na Revista *Ciência Hoje*, v. 31 n. 181 – abril de 2002.

a. Cite duas características exclusivas do grupo de artrópodes ao qual os cladóceros pertencem.

b. Dê outros exemplos de artrópodes que pertencem a cadeias alimentares marinhas e que são necessários à sobrevivência de muitas espécies, entre peixes, seres humanos e até baleias.

6. b) Copépodes, larvas de crustáceos maiores, krill.

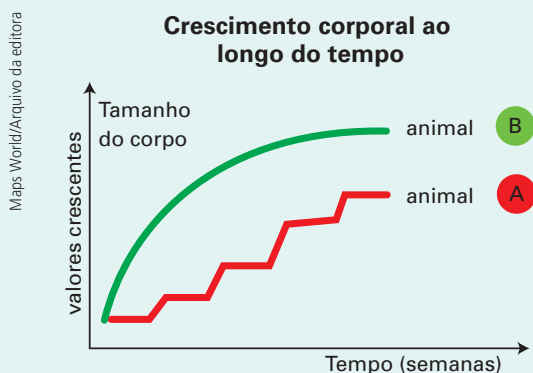
## Trabalhando com gráficos

7. No gráfico esboçado na página seguinte estão representados os padrões de crescimento externo do corpo de dois animais marinhos: um peixe ósseo e uma lagosta. Responda qual dos padrões (A ou B) corresponderia ao crescimento do peixe e qual corresponderia ao da lagosta, justificando sua resposta.

6. a) Classe dos crustáceos. Características exclusivas: dois pares de antenas, cinco ou mais pares de pernas, crosta de material calcário sobre o exoesqueleto, glândulas antenais.



7. A = crescimento de uma lagosta. B = crescimento do peixe ósseo. Veja comentários no Manual.



8. O cladograma abaixo está simplificado, representando as relações evolutivas entre três grupos de artrópodes. Analise-o e depois responda às questões.



8. a) Não. Os quelicerados correspondem aos aracnídeos e aos merostomados (veja texto na seção *Vamos criticar o que estudamos?*).

- Os quelicerados correspondem apenas aos aracnídeos. Esta afirmação está correta? Justifique.
- Entre as características listadas a seguir, identifique-as como 1, 2 ou 3, de acordo com o cladograma: quelíceras; dois pares de antenas; pedipalpos.  
8. b) 1 = quelíceras. 2 = pedipalpos. 3 = dois pares de antenas.
- Identifique os animais que substituem "X" no terminal do cladograma.  
8. c) X = insetos, quilópodes e diplópodes.
- Copie o cladograma em seu caderno, indicando qual seria a posição correta do surgimento do exoesqueleto de quitina.  
8. d) Consulte o Manual.

## Questões do Enem e de vestibulares

9. (Unicamp-SP)

*Procurando bem / Todo mundo tem pereba, marca de bexiga ou vacina*

*E tem piriri, tem lombriga, tem ameiba / Só a bailarina que não tem*

*Futucando bem / Todo mundo tem piolho / Ou tem cheiro de creolina*

(Edu Lobo e Chico Buarque, *Ciranda da Bailarina*.)

11. b) Seria possível se fossem encontrados no cadáver insetos típicos de outra região do país.

9. a) A lombriga pertence ao filo Nematoda; a ameiba pertence ao reino dos protistas; o piolho pertence ao filo dos artrópodes. Veja mais comentários no Manual.

9. b) Sim, o piolho é um ectoparasita que se alimenta de sangue do hospedeiro.

a. A que filo pertencem os endoparasitas em questão e quais são suas características morfológicas?

b. O piolho da cabeça pode ser considerado um parasita? Do que ele se alimenta?

10. (Enem-2011) Diferente do que o senso comum acredita, as lagartas de borboletas não possuem voracidade generalizada. Um estudo mostrou que as borboletas de asas transparentes da família *Ithomiinae*, comuns na Floresta Amazônica e na Mata Atlântica, consomem, sobretudo, plantas da família Solanaceae, a mesma do tomate. Contudo, os ancestrais dessas borboletas consumiam espécies vegetais da família Apocinaceae, mas a quantidade dessas plantas parece não ter sido suficiente para garantir o suprimento alimentar dessas borboletas. Dessa forma, as solanáceas tornaram-se uma opção de alimento, pois são abundantes na Mata Atlântica e na Floresta Amazônica.

GUIMARÃES, Maria. Genes e fósseis revelam origem e diversidade de borboletas sul-americanas. *Revista Pesquisa Fapesp*, n. 170, 2010 (adaptado).

Nesse texto, a ideia do senso comum é confrontada com os conhecimentos científicos, ao se entender que as larvas das borboletas *Ithomiinae* encontradas atualmente na Mata Atlântica e na Floresta Amazônica, apresentam

- facilidade em digerir todas as plantas desses locais.
- interação com as plantas hospedeiras da família Apocinaceae.
- adaptação para se alimentar de todas as plantas desses locais.
- voracidade indiscriminada por todas as plantas existentes nesses locais.
- especificidade pelas plantas da família Solanaceae existentes nesses locais. 10. e

11. (Fuvest-SP) A Revista *Pesquisa Fapesp*, de setembro de 2007, publicou matéria com o título "Memórias Póstumas", que destaca a importância do conhecimento sobre a ecologia e o desenvolvimento de diversas espécies de insetos, para se desvendarem mortes misteriosas.

- Como a ocorrência de moscas e besouros, que se desenvolvem nos corpos em decomposição, pode ser útil para estimar o tempo decorrido desde a morte?
- Os cientistas entrevistados para tal matéria afirmam que os insetos podem revelar que, apesar de um corpo ter sido encontrado no Rio de Janeiro, a morte não ocorreu nessa cidade. Como isso é possível?

11. a) É possível relacionar o estágio observado (ovo, larva ou pupa) e o tempo decorrido de decomposição do corpo onde o inseto se abriga. Para tanto, é necessário conhecer o ciclo de vida do inseto. Além disso, diferentes espécies instalam-se sobre um cadáver em momentos diferentes do processo de decomposição.

# Equinodermos; introdução ao filo dos cordados

COMENTÁRIOS  
GERAISSUGESTÃO  
DE ATIVIDADE

## 1 Equinodermos

O nome dos **equinodermos** (filo **Echinodermata**) está relacionado à presença de espinhos (*equino*) na pele (*derma*). Essa característica é muito evidente no ouriço-do-mar, porém não é tão facilmente observada em outros equinodermos, como na maioria das espécies de estrela-do-mar.

Esse é o único filo animal exclusivamente marinho. Os equinodermos são classificados em cinco classes, que se caracterizam por diversos aspectos, entre eles os que estão resumidos nos quadros a seguir.

### Crinoides



Image Broker/Alamy/Glow Images

^ São os **lírrios-do-mar**, que possuem braços finos e ramificados, dotados de cílios que conduzem o alimento (plâncton e detritos) para a boca. O nome da classe se refere à semelhança morfológica com uma flor (*crino* = lírio).

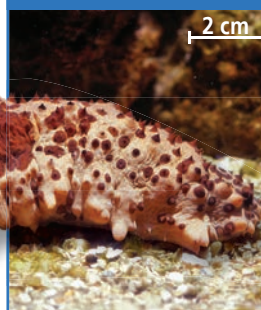
### Ofiuroides



Fabio Colombini/Acervo do fotógrafo

^ São as **serpentes-do-mar** ou **estrelas-serpentes**, que possuem 5 braços longos e finos partindo de um disco central; movimentam-se lembrando a locomoção de uma serpente (*ofi*). São carnívoros, mas também podem se alimentar de detritos.

### Holoturoides



Fabio Colombini/Acervo do fotógrafo

^ São os **pepinos-do-mar** ou **holotúrias**. Têm corpo alongado, mole e flexível, com a região oral localizada em uma das extremidades do corpo e o ânus, na outra.

### Asteroides



Photodisc/Arquivo da editora

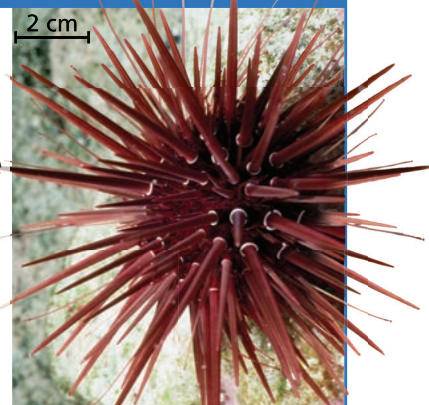
^ São as **estrelas-do-mar** (*aster* = estrela). Animais carnívoros, com o corpo dividido em disco central e "braços".

### Equinoides



Fabio Colombini/Acervo do fotógrafo

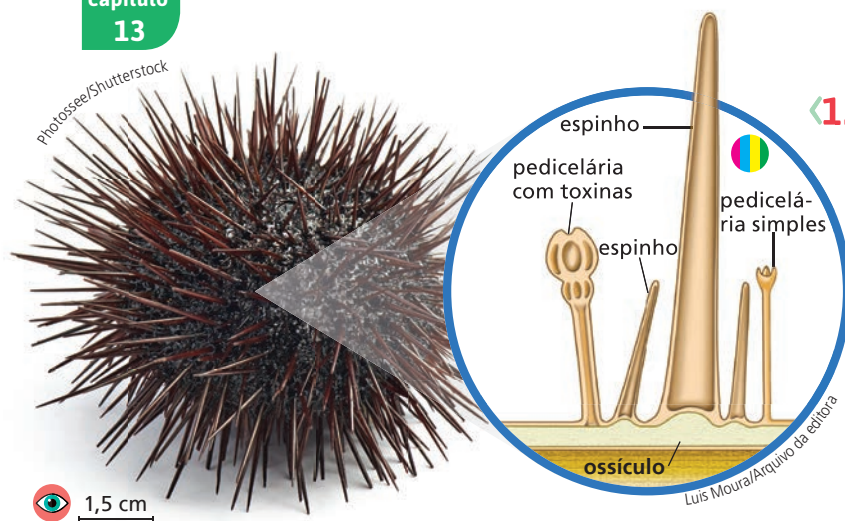
> São os **ouriços-do-mar** e as **bolachas-da-praia**, que se alimentam principalmente de algas. Ao contrário do que acontece no ouriço-do-mar (ao lado), a bolacha-da-praia (acima) não possui espinhos evidentes e apresenta corpo achatado.



Jeffrey L. Rotman/Corbis/Latinstock

A terminação *-oide* significa "parecido com". Assim, os asteroides são parecidos com estrelas, os ofiuroides lembram serpentes, os crinoides lembram o aspecto de uma flor, o lírio.





## 1.1 Características gerais

Além dos espinhos, na superfície do corpo dos equinodermos podem existir estruturas chamadas **pedicelárias**, que funcionam como verdadeiras pinças, retirando materiais estranhos e capturando pequenas presas. Algumas pedicelárias estão associadas a glândulas de veneno, funcionando como elemento de defesa do animal.

Todos os equinodermos possuem um endoesqueleto formado por ossículos calcários. Nos pepinos-do-mar, o endoesqueleto é modificado em pequenas espículas, espalhadas pelo revestimento, o que explica seu corpo mole e flexível.

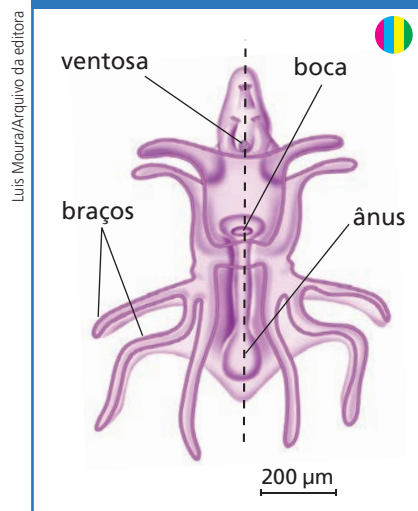
Os equinodermos adultos possuem **simetria pentarradiada**, mas as larvas possuem simetria bilateral. Dizemos, portanto, que a simetria pentarradiada observada no adulto é secundária. Neles, não é possível distinguir no corpo uma região anterior e uma posterior. Fala-se, então, em **região oral** (*oral* = boca) e **região aboral**, oposta à boca.

A estrutura pentarradiada é evidente em equinodermos como a estrela-do-mar, mas não é observável externamente em alguns, como é o caso do pepino-do-mar.

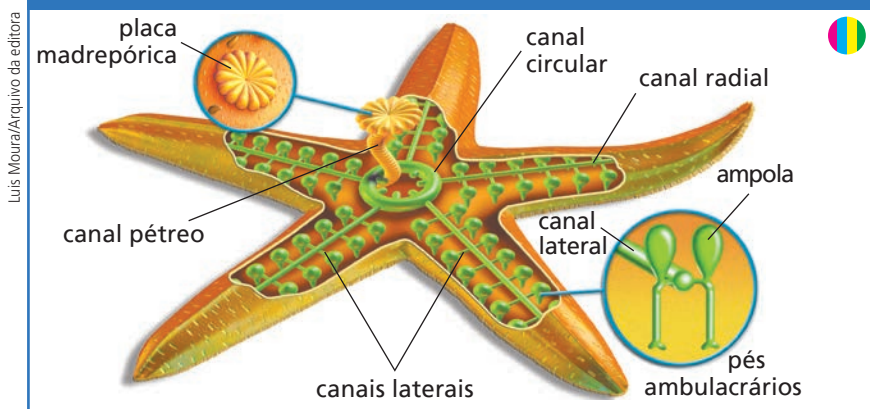
Perceptível, externamente, ou não, a simetria pentarradiada está presente internamente em todos os equinodermos no **sistema ambulacrário**, uma característica fundamental e exclusiva deles. Observe o esquema simplificado do sistema ambulacrário da estrela-do-mar representado na figura abaixo.



### Larva de estrela-do-mar



### Sistema ambulacrário em estrela-do-mar





Como é um sistema que se enche de água, imprescindível ao seu funcionamento, o sistema ambulacrário recebe também o nome de **sistema hidrovascular** ou, ainda, **sistema aquífero**.

Faz parte do sistema ambulacrário a **placa madreporica**, que se situa na região aboral e possui várias perfurações, pelas quais penetra a água do ambiente. Esse sistema também é constituído por canal pétéreo, canal circular, canais radiais e canais laterais, que são estruturas calcárias rígidas, além de ampolas e pés ambulacrários, que são estruturas musculares e flexíveis.

O canal circular recebe água por meio do canal pétéreo, que se comunica com a placa madreporica. Os cinco canais radiais partem do canal circular, cada um percorrendo um dos braços da estrela. Ao longo de cada canal radial partem canais laterais, que levam a água até as ampolas e destas aos pés ambulacrários.

Os **pés ambulacrários** são estruturas utilizadas para a locomoção (*ambular* = vagar, andar). Os pés ambulacrários e as ampolas são estruturas musculares, com capacidade de se contrair. Com a contração das ampolas, que recebem água dos canais laterais, os pés ambulacrários se enchem de água e se prendem ao substrato, como ventosas; em seguida, a musculatura dos pés se contrai e as ampolas sofrem distensões, de tal forma que os pés se soltam do substrato. Dessa forma, os numerosos pés ambulacrários realizam a locomoção do animal.

Nos pepinos-do-mar, os pés ambulacrários aparecem modificados como tentáculos ao redor da boca e reduzidos em cinco faixas longitudinais ao longo do corpo. Esses animais locomovem-se lentamente por contrações do corpo, o que é possível porque seu endoesqueleto é formado por placas calcárias soltas, espalhadas pelo corpo.

O sistema nervoso dos equinodermos é formado por uma estrutura interna de formato circular, localizada ao redor da boca, e dela partem nervos radiais.

Os equinodermos são animais de sexos separados, e a **fecundação** é **externa**, com fase larval (veja esquema de uma larva de estrela-do-mar na página 112). As larvas de equinodermos fazem parte do plâncton marinho, mas após certo período fixam-se ao substrato, sofrem metamorfose, dando, assim, origem aos animais adultos.



placa madreporica

Photodisc/Arquivo da editora

◀ Esqueleto (região aboral) de uma **bolacha-da-praia** (mede cerca de 6 cm de diâmetro). Observe a **placa madreporica** com os orifícios pelos quais a água entra.



placa madreporica

Photodisc/Arquivo da editora

◀ Esqueleto de **ouriço-do-mar** (região aboral). Observe a **placa madreporica** do animal (mede cerca de 10 cm de diâmetro).



## MULTIMÍDIA

### Vida de bolacha

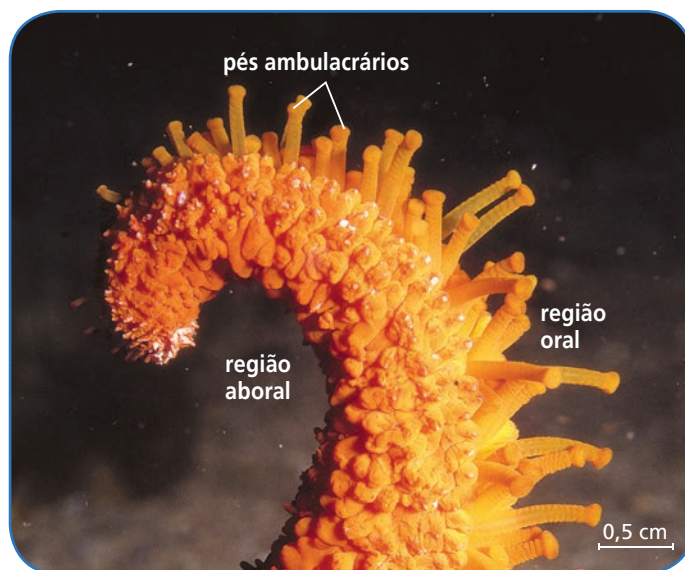
<<http://iptv.usp.br/portal/video.action?idItem=5010>>

A fecundação externa em ouriço-do-mar pode ser realizada *in vitro* e ser observada com facilidade ao microscópio óptico. Após a fecundação, ocorrem as primeiras etapas do desenvolvimento embrionário, como você poderá conferir neste vídeo feito pelo biólogo Bruno Vellutini.

Acesso em: 15 abr. 2016.



Reprodução



pés ambulacrários

região aboral

região oral

0,5 cm

Marevision/Grupo Keystone

^ **Pés ambulacrários** no braço de uma estrela-do-mar.

No site Cifonauta, do Centro de Biologia Marinha da Universidade de São Paulo, há fotos das etapas do desenvolvimento embrionário de ouriços-do-mar e um vídeo mostrando sua locomoção. Disponível em: <<http://cifonauta.cebimar.usp.br/video/223/>>. Acesso em: 15 abr. 2016.



^ **Estrela-do-mar regenerando-se** a partir de um único braço do indivíduo original (mede cerca de 10 cm de diâmetro).

As estrelas-do-mar costumam ser citadas como um bom exemplo de capacidade de regeneração. De fato, se uma estrela perde um braço, ela o regenera completamente. O poder de **regeneração** é tal, que até mesmo um braço pode regenerar toda uma estrela. No entanto, em qualquer caso, a regeneração somente ocorre se junto ao braço houver um pedaço do disco central.

Outro interessante exemplo de regeneração é observado em pepinos-do-mar, ou holotúrias. Quando se sente ameaçada, a holotúria elimina pelo ânus as próprias vísceras. O predador pode ingeri-las sem prejuízo para o pepino-do-

-mar, pois as vísceras são regeneradas no interior de seu organismo.

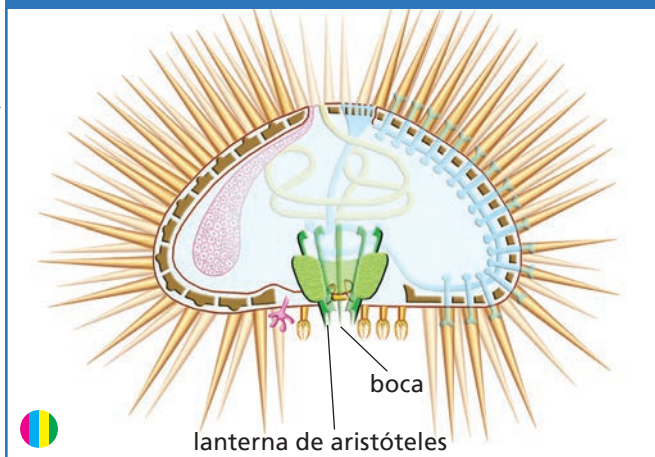
Com exceção dos lírios-do-mar e das holotúrias, estas últimas com o corpo alongado, os demais equinodermos deslocam-se sobre o substrato com a região oral voltada para baixo, o que facilita a obtenção de alimentos.

Os ouriços-do-mar possuem, na boca, uma estrutura típica conhecida por **lanterna de aristóteles**, que contém cinco “dentes” calcários, com os quais arranca pedaços de algas, o principal alimento desses animais.

Na estrela-do-mar, como você já sabe, a boca está localizada na parte inferior (região oral). A estrela consegue abrir com os braços a concha de uma ostra, separando as duas valvas e vertendo seu estômago sobre a presa que é, então, parcialmente digerida. Recolhendo o estômago, a estrela incorpora os nutrientes obtidos com a digestão da ostra. Os resíduos de alimento são eliminados pelo ânus, situado na região aboral.

Nos lírios-do-mar (classe dos crinoides), animais que geralmente vivem fixos ao substrato pela região aboral, o ânus situa-se ao lado da boca, na região oral. Os ofiúroides (estrelas-serpentes) não possuem ânus.

### Lanterna de aristóteles em ouriço-do-mar



^ Esquema simplificado representando o interior de um ouriço-do-mar e a localização da **lanterna de aristóteles**.

### CURIOSIDADE

#### Equinodermos na alimentação humana

Os equinodermos não estão entre as principais guloseimas humanas, mas são utilizados como alimento em várias partes do mundo, inclusive no Brasil. Seu maior consumo, no entanto, acontece na China. Os principais equinodermos utilizados na alimentação humana são algumas espécies de pepino-do-mar e de ouriço-do-mar. A imagem ao lado mostra um pepino-do-mar do gênero *Stichopus*, um dos mais apreciados, especialmente na China. Dos ouriços-do-mar, a principal parte utilizada na alimentação humana são os ovários. É importante lembrar a ocorrência de intoxicações por equinodermos, principalmente por ouriços-do-mar. Ao consumi-los, deve-se conhecer a procedência e a data da coleta.



^ **Pepino-do-mar** consumido na culinária chinesa (mede cerca de 25 cm de comprimento). A espécie *Stichopus chloronotus* é encontrada nos oceanos Índico e Pacífico Sul.

Existem crinoides que possuem uma haste, pela qual se mantêm fixos ao substrato. Há crinoides, porém, que não são sésseis e não possuem a haste, apesar de passarem boa parte do tempo junto ao substrato (como mostrado na foto da página 211). Fonte: HICKMAN, C. P. et al. *Integrated principles of zoology*. 15. ed. New York: McGraw-Hill, 2011, p. 490.



## 2 Cordados

Muitos dos animais que você conhece são cordados: peixes, anfíbios, répteis, aves e mamíferos. No entanto, nem todos os cordados possuem endoesqueleto constituído por vértebras. Os vertebrados formam um subfilo dentro do filo dos **cordados** (filo **Chordata**).

Os cordados e os equinodermos são animais deuterostômios: em seu desenvolvimento embrionário o orifício do intestino primitivo, chamado arquêntero, dá origem ao ânus, surgindo depois a boca. Nos outros filios, os animais são protostômios, pois o primeiro, e muitas vezes único, orifício a surgir é a boca.

Os cordados são animais que compartilham diversas características, das quais três são exclusivas e observadas em todos eles: notocorda, fendas branquiais (fendas faríngeas) e sistema nervoso dorsal.

A **notocorda** é um bastão flexível, maciço e localizado na região dorsal e mediana do corpo. Ela surge durante o desenvolvimento embrionário e em alguns cordados persiste por toda a vida. Em outros cordados, a notocorda desaparece, sendo substituída pela coluna vertebral durante o desenvolvimento embrionário.

As **fendas branquiais** também são estruturas embrionárias. Nos peixes, elas persistem na fase adulta. Nos anfíbios, elas são observadas na fase de larva e em alguns adultos, como em certas salamandras. Nos outros vertebrados, as fendas branquiais do embrião se fecham e participam da formação de outras estruturas.

O **sistema nervoso dorsal** está presente nos cordados e, nos animais vertebrados, é muito desenvolvido, observando-se a formação de encéfalo, protegido pelo crânio. Lembre-se de que nos invertebrados com sistema nervoso, este é ventral, como você pode observar na figura acima.

Os cordados podem ser divididos em três subfilos: urocordados, cefalocordados e vertebrados.

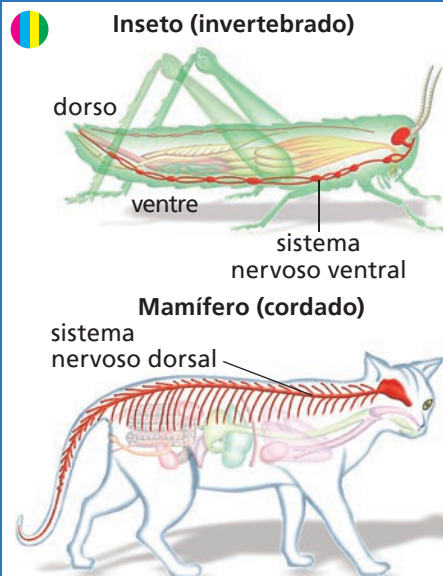
Neste capítulo, estudaremos os urocordados e os cefalocordados. Com relação aos vertebrados, comentaremos apenas algumas características gerais do grupo. As classes desse subfilo serão estudadas nos capítulos seguintes.

### 2.1 Urocordados

Nos **urocordados**, a notocorda ocorre na cauda das larvas (*uro* = cauda). Na maioria dos adultos, a notocorda e a cauda desaparecem durante a metamorfose.

O corpo dos urocordados é revestido por uma túnica de **tunicina**, um carboidrato semelhante à celulose. Por essa razão, recebem também o nome **tunicados**. Os principais representantes desse subfilo de cordados são as **ascídias**, animais marinhos. A água entra no corpo desses animais pelo sifão bucal, pelo batimento dos numerosos cílios existentes na região das fendas faríngeas. Ela é filtrada pelos cílios, sendo as partículas alimentares nela existentes encaminhadas para o **endóstilo**, um sulco existente na faringe.

#### Sistema nervoso em invertebrado e em cordado



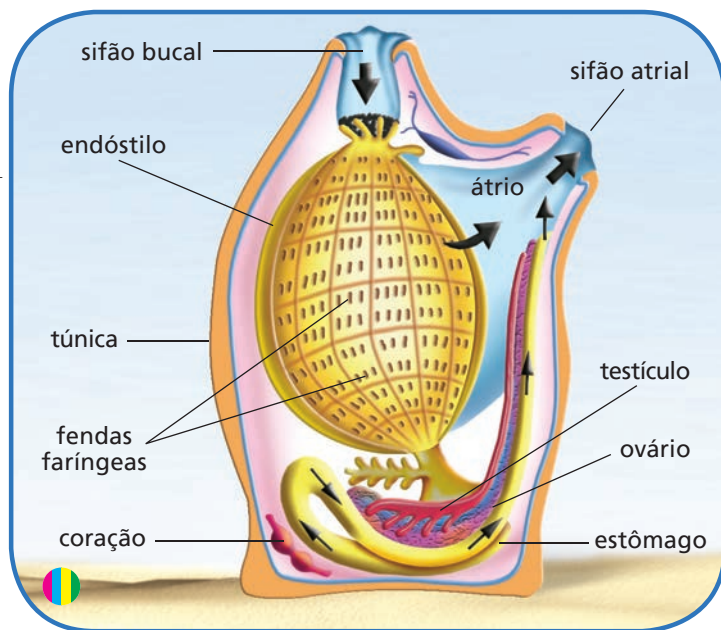
Esquema de inseto e mamífero, com órgãos internos vistos por transparência; observe a **posição do sistema nervoso** em cada caso.

**SUGESTÃO DE ATIVIDADE**



Ascídia solitária que ocorre no oceano Índico (mede cerca de 5 cm de comprimento).





Esquema simplificado representando uma **ascídia adulta**, em corte. As setas indicam a circulação de água no corpo do urocordado.

Veja mais informações a respeito da ascídia no Manual.

mas vezes de maneira a enviar o sangue para determinado sentido e depois muda, passando a enviá-lo em sentido oposto, voltando em seguida ao batimento anterior.

As ascídias são animais sésseis, podendo ser encontradas isoladamente ou formando colônias. Existem, no entanto, alguns urocordados de vida livre, planctônicos, como as salpas, por exemplo.

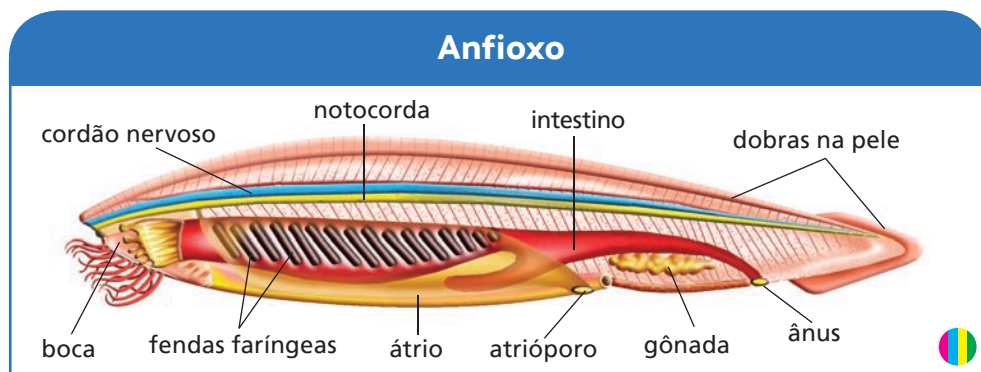
## 2.2 Cefalocordados

São cordados nos quais a notocorda persiste no adulto, percorrendo longitudinalmente o corpo do animal, desde a cabeça até a cauda. Daí o nome **cefalocordado** (*cephalo* = cabeça).

Existem aproximadamente trinta espécies de cefalocordados, todas formadas por animais marinhos conhecidos por **anfioxos**.

Os anfioxos são animais pequenos, com menos de dez centímetros de comprimento, vivendo normalmente em águas calmas e pouco profundas, com mais da metade de seu corpo enterrado no substrato arenoso. Seu corpo é parecido com o dos peixes, apresentando dobras na pele que lembram as nadadeiras ímpares daqueles vertebrados, mas que não têm equivalência anatômica com elas. Realizando movimentos laterais com o corpo, eles nadam de modo semelhante ao dos peixes.

Veja, no desenho esquemático seguinte, como é o interior do corpo do anfioxo.



Esquema simplificado do corpo do **anfioxo**, com órgãos internos vistos por transparência.

O sistema nervoso dos anfioxos acompanha a notocorda, sendo representado pelo **cordão nervoso (tubo neural)**, que percorre longitudinalmente o corpo desses animais na região dorsal, disposição essa semelhante à que se observa na maioria dos vertebrados.

Tanto quanto os urocordados, os cefalocordados são animais filtradores, apresentando fendas faríngeas bem desenvolvidas. A água entra pela boca e cai no átrio, depois de passar pelas fendas faríngeas. Do átrio, a água é eliminada pelo **atrióporo**, um poro localizado anteriormente em relação ao ânus, abertura do intestino, por onde são eliminados os restos alimentares não aproveitados.

Os anfioxos não possuem coração, sendo o sistema circulatório formado apenas por vasos nos quais o sangue circula graças a contrações de alguns deles.

Quanto à reprodução, são animais de sexos separados, com desenvolvimento indireto, ou seja, com formação de larva que evolui para adulto por meio da metamorfose. Nesse sentido, os cefalocordados são semelhantes aos urocordados.

Suas larvas, depois de uma fase planctônica, repousam no substrato, onde sofrem metamorfose, dando origem aos adultos, que não são fixos, mas que permanecem a maior parte do tempo parcialmente enterrados na areia.

## 2.3 Vertebrados ou craniados

**Vertebrados** são os cordados nos quais a notocorda é, durante o desenvolvimento embrionário, substituída total ou parcialmente pela coluna vertebral. É a presença de vértebras que dá nome a esse subfilo de Chordata, formado por cerca de 50 000 espécies.

Apesar disso, nem todo vertebrado possui vértebras, como é o caso das feiticeiras. A característica mais universal desse subfilo é a presença de crânio, estrutura esquelética que protege o encéfalo. Por esse motivo, tem sido sugerido o termo **craniados** para o subfilo, em vez de vertebrados.

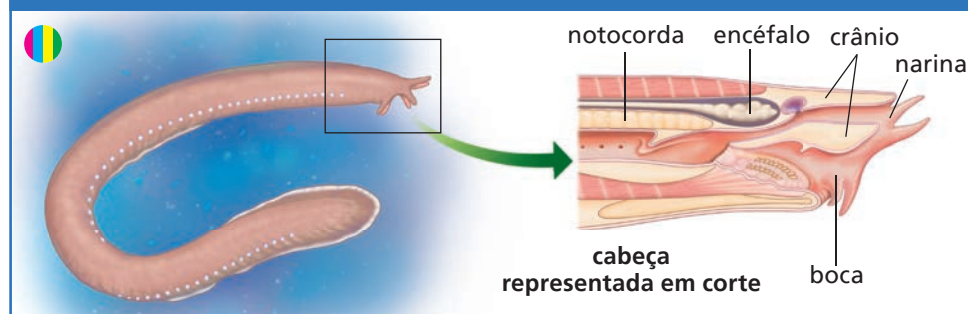


### PENSE E RESPONDA

Observe a ilustração do **anfioxo** na página anterior, e, consultando o glossário etimológico, tente explicar a origem desse termo em seu caderno.

Como mostra a ilustração, o anfioxo é um animal cujo corpo termina "em duas pontas", ou seja, possui extremidades agudas.

### Crânio de feiticeira



Oswaldo Sequeitri/Arquivo da editora

Esquema de uma **feiticeira**, que possui crânio, mas não possui vértebras. A feiticeira é um animal marinho que mede cerca de 40 cm de comprimento.

### Esqueleto de um vertebrado



Oswaldo Sequeitri/Arquivo da editora

Esquema ilustrando o **esqueleto** de um guepardo, que mede cerca de 1,2 m de comprimento (sem considerar a cauda).


**ATENÇÃO**

Em zoologia, o termo “mandíbula” é substituído por “maxila”. Assim, os ossos do crânio, que abrigam os dentes e estão envolvidos com a captura e mastigação de alimentos (entre outras funções), são chamados maxilas. As mudanças na nomenclatura são lentamente incorporadas e pode ser que você encontre o termo mandíbula com frequência. No estudo do corpo humano, no entanto, o termo “mandíbula” é corretamente utilizado, correspondendo à maxila inferior.

Os animais estão representados fora de seu ambiente e em diferentes escalas.

Fabio Colombini/Acervo do fotógrafo



- ✓ Jacaré, um **réptil** (mede cerca de 2 m de comprimento).

Corel/Arquivo da editora



- ✓ Peixe do grupo dos **osteíctes** (mede cerca de 30 cm de comprimento).

Fabio Colombini/Acervo do fotógrafo



- ✓ Jaguaritica, que pertence ao grupo dos **mamíferos** e é nativa do Brasil (pode medir até 1 m de comprimento, fora a cauda).

- Tubarão, representante do grupo dos **condríctes** (essa espécie pode chegar a 3 m de comprimento).



Photodisc/Arquivo da editora

- ✓ Rã, representante do grupo dos **anfíbios** (mede cerca de 8 cm de comprimento).

- ◀ Guará, representante do grupo das **aves**. Vive em manguezais do Norte do Brasil (mede entre 50 cm e 60 cm de altura).

Fabio Colombini/Acervo do fotógrafo



Photodisc/Arquivo da editora



Os craniados podem ser distribuídos em sete grupos: **ciclóstomos** ou **ágnatos**, **condríctes**, **osteíctes**, **anfíbios**, **répteis**, **aves** e **mamíferos**.

Os ciclóstomos, os condríctes e os osteíctes costumam ser reunidos com o nome geral de **peixes**, termo que não possui significado taxonômico.

O endoesqueleto dos craniados é formado por osso e/ou por cartilagem, sendo que em alguns grupos, como acontece nos ciclóstomos e nos condríctes (grupo ao qual pertence o tubarão), é formado apenas por cartilagem. Conhecemos um ciclóstomo na página anterior: a feiticeira, que possui crânio cartilaginoso.

Com exceção dos ciclóstomos, os vertebrados são animais que possuem mandíbula, sendo por isso denominados **gnatostomados**. Os ciclóstomos, por não possuírem mandíbula, são ágnatos.

O esqueleto está associado, nos vertebrados, a uma musculatura desenvolvida que permite a sua locomoção. Como os músculos estão associados a partes do esqueleto, sua contração resulta na atividade locomotora.

Os alimentos são processados no **sistema digestório**, composto de boca, estômago, intestino, ânus e glândulas, como pâncreas e fígado. Em alguns grupos, o intestino termina em uma cloaca, que corresponde também à porção terminal dos sistemas excretor e/ou reprodutor.

A obtenção de energia nas células dos animais requer gás oxigênio, além de matéria orgânica proveniente do alimento ingerido. Nos grupos de vertebrados, há diversas estruturas responsáveis pela captação de oxigênio e eliminação de gás carbônico, como brânquias, pulmões ou pela superfície da pele.

O transporte de nutrientes e oxigênio para as células do corpo de um vertebrado depende do **sistema cardiovascular**, que também remove resíduos do metabolismo, como o gás carbônico, e transporta hormônios. Em todos os vertebrados, o sistema cardiovascular é fechado, ou seja, o sangue circula apenas dentro de vasos e não entra em contato direto com os tecidos.

Os vertebrados possuem coração, do qual partem vasos sanguíneos chamados artérias. O sangue retorna ao coração por vasos chamados veias. As trocas de nutrientes e gases entre as células e o sangue ocorrem em pequenos vasos, os capilares, que possuem uma fina parede.

A eliminação de excretas (compostos nitrogenados) é realizada pelos **rins**, formados por numerosas unidades filtradoras, os nefros.

No próximo capítulo, vamos estudar as classes de vertebrados que formam o grupo dos peixes e, nos capítulos seguintes, estudaremos os outros quatro grupos do subfilo dos vertebrados: anfíbios, répteis, aves e mamíferos.





## Parecidas com estrelas?

No texto, está dito que as estrelas-do-mar têm esse nome por serem parecidas com estrelas. De fato, elas se parecem com o jeito comum de representar uma estrela, com cinco pontas...

As estrelas, no entanto, não possuem pontas. Elas são corpos celestes aproximadamente esféricos, assim como o Sol, a estrela mais próxima de nós, em torno da qual a Terra gira continuamente. Temos a impressão de que as estrelas brilham, ou cintilam, pela interferência da atmosfera da Terra na luz emitida pelas estrelas.

Além disso, nem todas as estrelas-do-mar possuem cinco pontas, como você pode conferir no indivíduo da foto ao lado.

A característica presente em todas as estrelas-do-mar é o fato de os "braços" (pontas) não apresentarem uma separação do disco central. Existem espécies de equinodermos asteroídes que possuem muitos braços.

Nunca se surpreenda, ou se surpreenda sempre, com a natureza! As exceções estão constantemente presentes...



Georgette Douwmma/SPL/Latinstock

^ **Estrela-do-mar** do gênero *Acanthaster*. Possui 10 ou mais braços e mede cerca de 35 cm de diâmetro. Vive em recifes de coral nos oceanos Índico e Pacífico.

## Hemicordados, cefalocordados e vertebrados

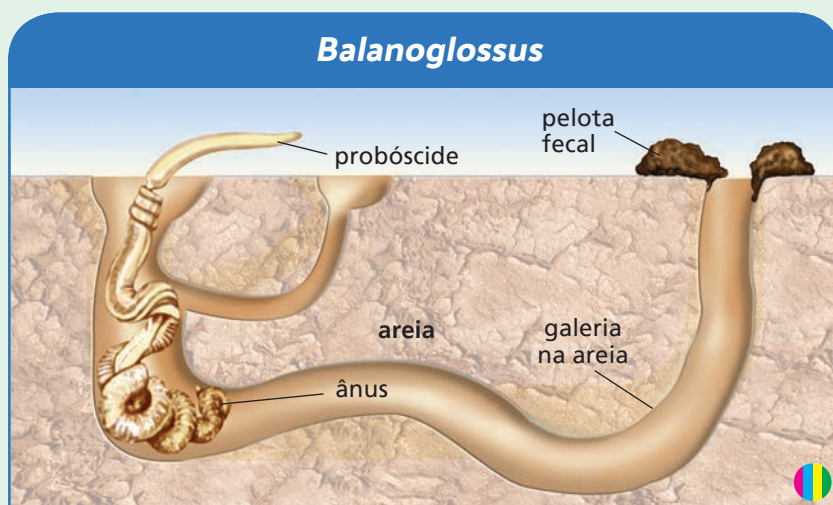
Os **hemicordados** são animais invertebrados que atualmente são considerados formando um filo independente e não mais um grupo dentro do filo dos cordados, como já foram considerados antigamente. O próprio nome desse filo deve-se a essa noção antiga, pois pensava-se que uma estrutura rígida presente no corpo fosse uma notocorda reduzida, o que atualmente não é mais aceito (*hemi* = meio; metade).

Os principais representantes dos hemicordados pertencem ao gênero *Balanoglossus*, formado por animais que vivem em ambiente marinho, enterrados na areia.

Já o corpo dos cefalocordados possui forma muito parecida com a da maioria dos peixes, dando ao observador menos avisado a impressão de se tratar de um desses vertebrados. No entanto, são animais que não possuem crânio nem coluna vertebral.

A notocorda acompanha o cordão nervoso, mas não é substituída pela coluna vertebral, como ocorre nos vertebrados.

Segundo as hipóteses evolutivas mais recentes, é provável que cefalocordados e vertebrados tenham evoluído a partir de um ancestral comum.



Luis Moura/Arquivo da editora

^ Esquema de *Balanoglossus*, um **hemicordado**, em sua galeria. Pode medir cerca de 1 m de comprimento.

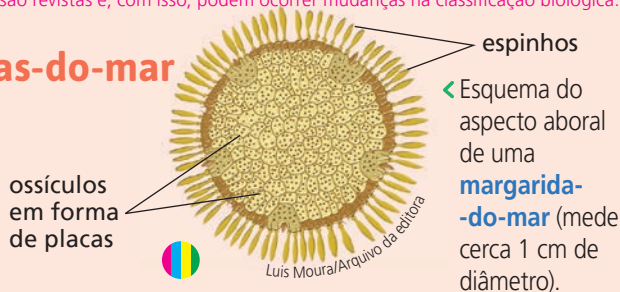


# LEITURA

Quando novos dados são analisados (como a descoberta de novas espécies), as hipóteses de parentesco evolutivo entre grupos são revistas e, com isso, podem ocorrer mudanças na classificação biológica.

## 1 Margaridas-do-mar

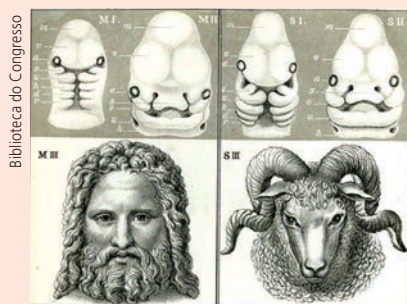
Na década de 1980, foram descobertos pequenos equinodermos vivendo no fundo do mar, entre 1000 m e 2000 m de profundidade. São discoidais, não possuem braços e os maiores representantes conhecidos medem cerca de 1 cm de diâmetro. Ainda falta muito a ser estudado a respeito desses animais, que ficaram conhecidos como margaridas-do-mar. Há cientistas que defendem a hipótese de que esses equinodermos são formas especializadas de estrelas-do-mar e que deveriam ser classificadas como asteróides.



### DEPOIS DA LEITURA...

Explique por que a classificação biológica está sempre passando por revisões.

## 2 A biologia evolutiva do desenvolvimento embrionário



A gravura ao lado foi feita pelo cientista alemão Ernst Haeckel (1834-1919), que, entre outros temas da Biologia, estudou comparativamente o desenvolvimento embrionário em diferentes vertebrados.

Haeckel e outros cientistas da época perceberam que o desenvolvimento embrionário de um organismo pode fornecer evidências de sua evolução. Embriões de uma ave como o galo apresentam, em um estágio inicial da vida embrionária, fendas na região faríngea que são homólogas às fendas que dão origem às brânquias nos peixes. O embrião humano também apresenta, em estágio inicial, fendas branquiais. No caso das aves e dos mamíferos, essas fendas se fecham, participando da formação de outras estruturas, e não formam brânquias, como ocorre nos peixes.

A ideia proposta por Haeckel foi a de que os animais, em seu desenvolvimento embrionário, passariam por estágios que reconstituíam sua história evolutiva. Com os avanços nos estudos em embriologia, constatou-se que tal ideia não corresponde ao que realmente ocorre. Mas Haeckel não estava totalmente enganado: estruturas e processos comuns ao desenvolvimento de embriões de vertebrados são fortes evidências das relações de parentesco evolutivo entre eles.

Por que as fendas branquiais originam brânquias em peixes e não nos mamíferos? Essa e outras questões são analisadas por uma área recente na Biologia, conhecida como **evo-devo** (do inglês *evolution* e *development*). Embriologia, genética, biologia molecular, paleontologia e evolução são as áreas que, na perspectiva evo-devo, se unem para entender de modo mais aprofundado a evolução das espécies.

O desenvolvimento embrionário é controlado por **genes reguladores** ou **homeóticos**, que atuam sobre outros genes, ativando-os ou inibindo-os. Cientistas descobriram um conjunto de genes reguladores que ficou conhecido como genes *hox*, que coordenam, em moscas, a diferenciação da região anterior (cabeça) e posterior (abdômen). Mutações nos genes *hox* podem causar, por exemplo, a formação de uma perna onde deveria surgir uma antena. O fato mais surpreendente é que animais diferentes como moscas, seres humanos e ratos possuem genes *hox* homólogos, o que indica uma ancestralidade comum.

Fonte:

UNIVERSITY OF CALIFORNIA; MUSEUM OF PALEONTOLOGY.  
*Understanding Evolution*. Disponível em:  
<<http://evolution.berkeley.edu/>>. Acesso em: 16 abr. 2016.

### DEPOIS DA LEITURA...

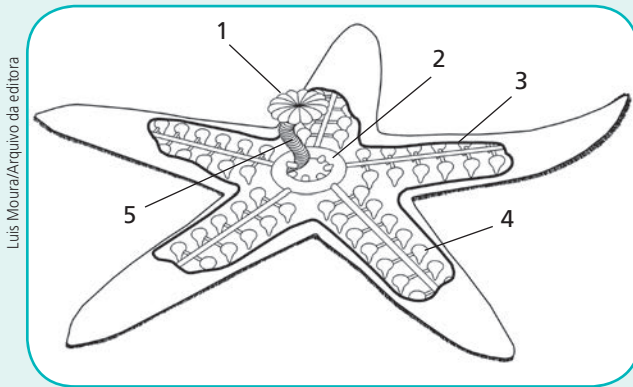
Quais são as características comuns a todos os cordados? E a todos os vertebrados?

Filo dos cordados: notocorda, fendas branquiais, sistema nervoso dorsal. Subfilo dos vertebrados: crânio. Com exceção do grupo das feiticeiras, os vertebrados possuem vértebras, que substituem a notocorda durante o desenvolvimento embrionário.

1. A simetria radial primária é observada desde o embrião, mantendo-se nos estágios larvais e no adulto. A simetria radial secundária surge na fase adulta, tendo a larva simetria bilateral.

## Revendo e aplicando conceitos

1. A simetria pentarradiada dos equinodermos adultos é também referida como simetria radial secundária, em contraste com a simetria radial primária observada em cnidários. Procure explicar, com base nessas informações, a diferença entre esses dois tipos de simetria radial. 2. a) 1 = placa madreporica; 2 = canal circular; 3 = canal radial; 4 = ampola do pé ambulacrário; 5 = canal pético. b) Observe o desenho esquemático a seguir.



Luís Moura/Arquivo da editora

- Escreva o nome das estruturas 1, 2, 3, 4 e 5. 2. b) Consulte o Manual.
- Descreva o percurso da água pelo sistema ambulacrário ou hidrovascular, utilizando em sua resposta as estruturas indicadas no item "a".

3. Considere os seguintes animais: pepino-do-mar, estrela-do-mar e ouriço-do-mar. 3. a) Todos os equinodermos possuem endoesqueleto calcário, espinhos na epiderme e sistema ambulacrário. a. Quais características exclusivas dos equinodermos podem ser observadas nos três animais?

- b) A lanterna de aristóteles é uma estrutura com 5 dentes calcários que 5. b) O que é a lanterna de aristóteles e em qual(is) desses equinodermos essa estrutura está presente?

▶ arrancam pedaços de alimento. Ocorre nos ouriços-do-mar.

4. Retome seus conhecimentos de embriologia e responda: qual característica embrionária equinodermos e cordados têm em comum? Como são classificados os outros animais nesse aspecto?

5. A respeito de ascídias ou tunicados, responda:

- a. Qual é a função das fendas faríngeas nesses animais? 5. a) As fendas faríngeas estão envolvidas na obtenção de alimento, filtrado a partir da água que circula no corpo da ascídia graças aos cílios dessas fendas.

- b. A qual característica se deve o nome "tunicado"? 5. b) O corpo dos urocordados é revestido por uma túnica de tunicina.

6. A respeito dos cefalocordados, complete o que se pede.

6. a) Desenvolvimento indireto.
- a. Uma semelhança com os urocordados.

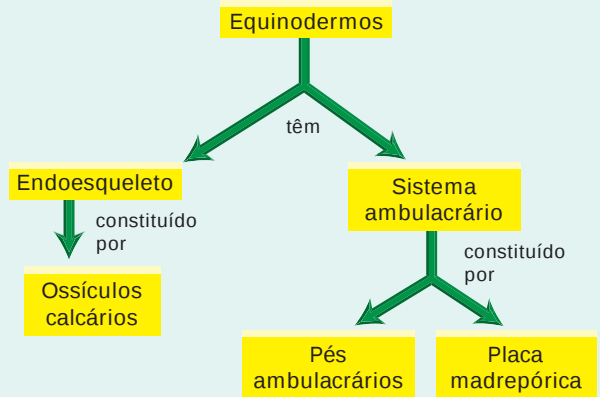
6. b) Tubo nervoso dorsal, notocorda.
- b. Uma semelhança com os vertebrados.

- c. Ao longo do desenvolvimento embrionário, o que ocorre com a notocorda. 6. c) A notocorda persiste no adulto, constituindo uma estrutura flexível dorsal, paralela ao cordão nervoso.

4. Equinodermos e cordados são deuterostômios, em que o ânus se origina antes da boca, a partir do blastoporo do embrião. Outros animais triblásticos são protostômios.

7. O resultado pode variar. Importante verificar se as relações entre os conceitos são válidas.

7. Existe um meio de organizar conceitos em um diagrama, que mostra as relações entre eles. Dessa forma, é possível rever conceitos aprendidos, verificando se as relações entre eles estão claras para você. Vamos mostrar um modelo com alguns conceitos relativos aos equinodermos.



Para elaborar este diagrama, deve-se proceder assim:

- cada conceito deve ser escrito em um quadro;
- os conceitos devem ser interligados com uma seta e em cada uma deve ser escrito um verbo, que associe um conceito ao outro;
- um conceito pode ser interligado a dois ou mais conceitos. No entanto, nenhum conceito deve ficar isolado no diagrama, sem interligação alguma.

Os conceitos a seguir referem-se aos vertebrados. Organize-os em um diagrama, procedendo como mostrado acima. Se desejar, você pode adicionar outros conceitos relacionados ao tema.

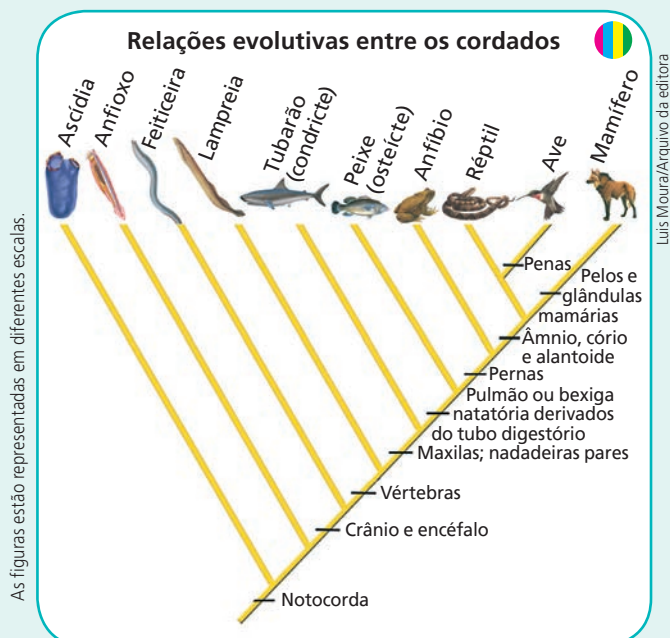
- |                                |                               |
|--------------------------------|-------------------------------|
| • Subfilos dos vertebrados     | • Sistema digestório completo |
| • Filo dos Cordados            | • Deuterostômios              |
| • Crânio                       | • Coração                     |
| • Coluna vertebral             | • Rins                        |
| • Notocorda                    | • Excreção                    |
| • Sistema circulatório fechado |                               |

## Trabalhando com gráficos

8. No cladograma a seguir, há uma representação das prováveis relações evolutivas entre os grupos que formam o filo dos cordados. No terminal de cada grupo taxonômico, está representado um animal do grupo, apenas com caráter ilustrativo.



8. d) O termo peixe não corresponde a uma categoria taxonômica. Trata-se de um nome que corresponde ao coletivo das classes dos ciclostomados, dos condrites e dos osteíctes. Consulte o Manual.



8. a) Subfilos: urocordados, cefalocordados e craniados (vertebrados). Consulte o Manual.

a. Represente de forma esquemática o cladograma em seu caderno e indique os subfilos de Chordata.

8. b) Os hemicordados não são cordados.

b. Releia o texto sobre hemicordados da seção *Vamos criticar o que estudamos?* e explique por que esses animais não estão representados no cladograma acima.

c. Nem todos os membros do grupo Vertebrata possuem vértebras. Justifique tal afirmação com base no cladograma.

8. c) Todos os vertebrados possuem crânio.

A classe dos ciclostomados possui representantes craniados, porém sem vértebras.

d. Comente o significado do termo "peixe" e explique por que os cefalocordados não são peixes.

9. a) Resposta pessoal. A escolha de uma espécie como símbolo pode ser ▼

## Ciência, Tecnologia e Sociedade

► estratégia para atrair as pessoas. Para preservar uma espécie, o ecossistema onde ela vive tem de ser preservado.

9. Existem organizações não governamentais (ONGs) que defendem a preservação de um determinado animal – geralmente, um vertebrado. Há projetos de proteção às tartarugas marinhas, ao mico-leão-dourado, ao peixe-boi, entre outros. Sabe-se que a principal ameaça aos animais é o desaparecimento de seu *habitat*, seja por destruição, fragmentação ou alterações, como a poluição.

Discuta as seguintes questões com seus colegas.

a. É válido focar as campanhas de preservação em uma única espécie? Você acha que essa estratégia é interessante para preservar todo o ecossistema onde a espécie ocorre?

9. b) Resposta pessoal.

b. Na região onde você mora, quais são os animais vertebrados em extinção? O que tem sido feito para sua preservação?

10. b) Os equinodermos têm sexos separados e, na reprodução sexuada, a fecundação é externa. O desenvolvimento é indireto, com formação de larva planctônica que apresenta simetria bilateral e sofre metamorfose, originando um adulto com simetria radial.

10. a) Os pés ambulacrais (ou ambulacrários) são estruturas típicas do filo dos equinodermos. As classes desse filo são: asteróides (estrelas-do-mar), crinóides (lírios-do-mar), equinóides (ouriços-do-mar e bolachas-da-praia), holotúroides (pepinos-do-mar) e ofiúroides (serpentes-do-mar).

A partir das respostas, vocês podem organizar as informações na forma de uma reportagem de jornal, rádio ou televisão.

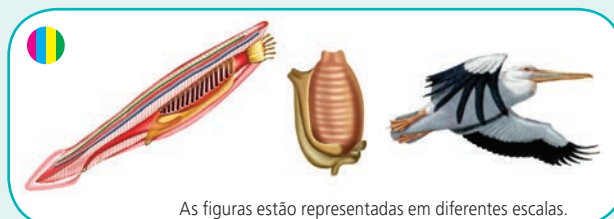
## Questões do Enem e de vestibulares

10. (Unicamp-SP) Um zoólogo recebeu um animal marinho encontrado em uma praia. Ao tentar identificá-lo com o auxílio de uma lupa, o pesquisador notou, na superfície corporal do animal, a presença de espinhos e de estruturas tubulares, identificadas como pés ambulacrais.

a. Com base nesses elementos da anatomia externa, determine o filo a que pertence o animal em análise. Nomeie uma classe desse filo e dê um exemplo de um animal que a represente.

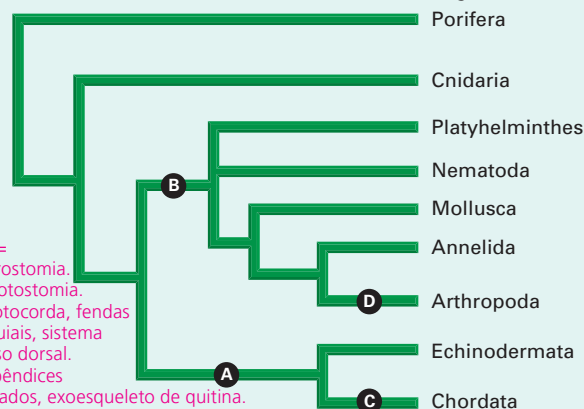
b. Explique como ocorre a reprodução dos animais pertencentes a esse filo.

11. (UFPB) Apesar de serem morfologicamente muito diferentes, os animais abaixo apresentam, pelo menos em uma fase de sua vida, características comuns que permitem agrupá-los no mesmo filo. A que filo pertencem e quais são as suas características em comum?



12. (Unesp) A figura representa uma proposta sobre as relações de parentesco entre os grupos de animais (Animalia).

(www.tolweb.org. Modificado.)



12. A = deuterostomia.  
B = protostomia.  
C = notocorda, fendas branquiais, sistema nervoso dorsal.  
D = apêndices articulados, exoesqueleto de quitina.

Cite para cada um dos ramos indicados, A, B, C e D, uma característica presente apenas nos grupos representados nos ramos à direita desses pontos.

11. Filo dos cordados. Características em comum: notocorda durante a fase embrionária (nos cefalocordados, persiste até o adulto), fendas branquiais e sistema nervoso dorsal.

# Peixes e anfíbios

COMENTÁRIOS  
GERAISREFLEXÕES  
SOBRE O ENSINO  
DE BIOLOGIA

## 1 Semelhanças entre peixes e anfíbios

Uma notável semelhança entre peixes e anfíbios é que, como regra geral, eles se reproduzem na água, sendo que os peixes ali vivem durante toda a vida, e os anfíbios apenas durante a fase inicial da vida – quando adultos, passam a viver no ambiente terrestre úmido. Em ambos os casos, são, na maioria, animais ovíparos e de fecundação externa.

A característica de muitos anfíbios passarem parte da vida no ambiente aquático e parte no terrestre é que deu origem ao termo que designa essa classe de animais: **anfíbios**, que significa “vida dupla” (*anfi* = dupla; *bio* = vida).

O termo anfíbio se refere a uma classe de vertebrados, tendo, assim, significado taxonômico, o que não ocorre com o termo **peixe**, que é um nome coletivo, referente a animais aquáticos distribuídos por três grupos de craniados: ciclóstomos, condrites e osteíctes. Quanto aos anfíbios, vamos considerar três ordens: anuros (sapos, pererecas e rãs), urodelos (salamandras) e gimnofionos (cecílias).

O nome “ciclóstomo” refere-se à boca circular (*ciclo* = círculo; *stoma* = boca), sendo que nesses organismos não há maxila, estrutura presente nos demais vertebrados; nos condrites, o nome do grupo refere-se ao endoesqueleto cartilaginoso (*condro* = cartilagem; *icties* ou *ictes* = peixes) e nos osteíctes o nome indica a presença de ossos como principal constituinte do endoesqueleto (*osteo* = osso, ósseo).

Os peixes não possuem pernas, fato que ocorreu na evolução dos vertebrados a partir dos anfíbios, persistindo nos répteis, aves e mamíferos, que são, por isso, reunidos em um grupo conhecido por **tetrápodes** (*tetra* = quatro; *podes* = pés, pernas).

Os peixes respiram basicamente por brânquias, embora em alguns grupos haja pulmão (peixes pulmonados) e outras estruturas acessórias da respiração, como veremos mais adiante. Eles são dotados de nadadeiras, estruturas importantes para o equilíbrio e a locomoção na água.

As características mencionadas até agora podem ser observadas em todos os peixes, ou seja, nos ciclóstomos, nos condrites e nos osteíctes.

Na seção *Vamos criticar o que estudamos?*, ao final deste capítulo, há uma discussão a respeito do significado do nome “anfíbio”.



Colin Milkins/Getty Images

↗ Em uma lagoa, um peixe capturou uma rã para dela se alimentar (a rã mede cerca de 12 cm de comprimento).

### Peixes e anfíbios

são os animais que estudaremos neste capítulo.



### REÚNA-SE COM OS COLEGAS

Em grupo, converse com seus colegas a respeito das questões seguintes:

- onde vivem os peixes;
- como é, externamente, o corpo dos peixes;
- que tipo de revestimento existe na pele;
- como eles se locomovem;
- como respiram – se possuem pulmões, de onde retiram gás oxigênio;
- como se reproduzem.

Diga o que sabe e o que pensa a respeito; ouça seus colegas com atenção. Anote as suas opiniões no caderno e depois confira as respostas com o professor.

Veja comentários no Manual.

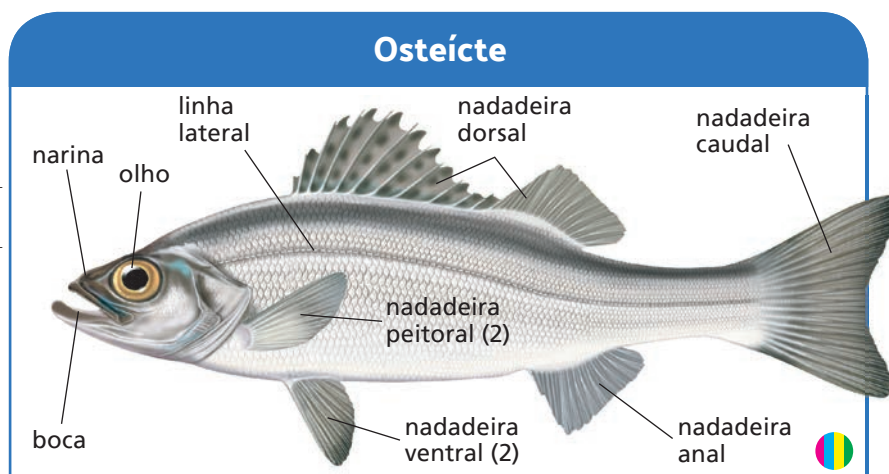
- Esquema mostrando o aspecto externo (vista lateral) de um **peixe do grupo dos osteíctes**. As nadadeiras peitoral e ventral são pares e, como o peixe está em vista lateral, apenas uma de cada está representada.

## 2 Características específicas dos peixes

Para estudo das características dos peixes, vamos considerar os dois grupos mais conhecidos e que ocorrem em maior quantidade: o grupo dos osteíctes e o dos condrictes. Depois veremos um pouco a respeito de algumas características especiais dos três grupos, incluindo o dos ciclóstomos.

Existem mais de 20 mil espécies de peixes, que ocorrem tanto em água salgada (tubarão, raia, namorado, sardinha) quanto em água doce (bagre, piaba, traíra, piracanjuba).

Os peixes se locomovem graças aos movimentos da cauda, auxiliada pelo movimento das **nadadeiras**, importantes também para o equilíbrio desses animais. A ilustração abaixo mostra, de forma esquemática, a localização dessas nadadeiras.



Como mostra a ilustração, algumas nadadeiras são **pares**, ou seja, ocorrem duas nadadeiras, uma de cada lado do corpo do peixe; outras são **ímpares**, isto é, ocorre apenas uma no corpo.

As nadadeiras ímpares são três: a dorsal, a caudal e a anal. As nadadeiras pares são as peitorais e as ventrais.

A ilustração também nos permite observar que o corpo dos peixes é revestido por escamas e possui uma linha que o percorre longitudinalmente: a **linha lateral**.

A linha lateral existe dos dois lados do corpo do peixe e possibilita a percepção das vibrações que ocorrem na água, auxiliando na orientação do animal.

A disposição das escamas na superfície do corpo reduz a resistência da água durante o deslocamento do peixe. Existem, no entanto, algumas espécies de peixes que não apresentam escamas, como é o caso dos bagres.

Observando externamente um peixe, você pode notar a presença de dois olhos, uma boca e duas cavidades nasais.

Você sabe que, no ser humano e na maioria dos outros vertebrados, as cavidades nasais comunicam-se com a faringe.



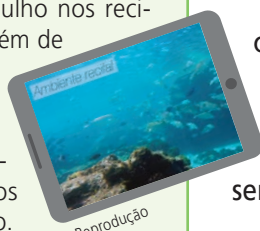
### MULTIMÍDIA

#### SISBIOTA-Mar

<<http://www.sisbiota.ufsc.br/resultados.html>>

A Rede Nacional de Pesquisa em Biodiversidade Marinha (SISBIOTA-Mar) disponibiliza em seu *site* o vídeo "Um mergulho nos recifes brasileiros", além de fotos e informações a respeito de peixes e outros organismos marinhos encontrados no litoral brasileiro.

Acesso em: 19 abr. 2016.



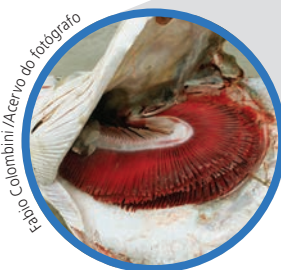


As cavidades nasais da maioria dos peixes, no entanto, são diferentes: elas são dois sacos fechados no fundo, sem comunicação com a faringe. Nesses casos, portanto, elas não participam da respiração, exercendo apenas função olfatória, permitindo aos peixes a percepção do cheiro de substâncias dissolvidas na água. O tubarão, por exemplo, é um peixe de olfato muito apurado e detecta o cheiro de fluidos, como o sangue, a distâncias relativamente grandes. Nos peixes pulmonados, no entanto, a cavidade nasal comunica-se com a faringe, como acontece com os demais vertebrados, e eles respiram ar atmosférico.

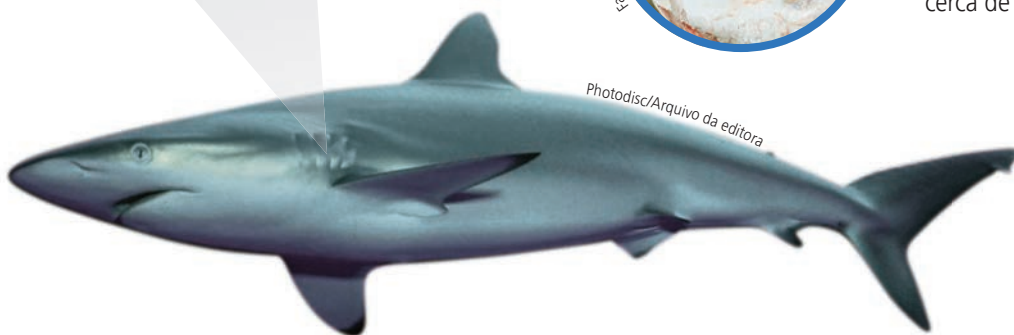
A maioria das espécies de peixes respira por **brânquias**, não possuindo pulmões. Em alguns peixes, especialmente nos osteíctes, as brânquias são protegidas por opérculos, um de cada lado do corpo; na maioria dos condrites, como acontece com o tubarão, não existem opérculos, mas são evidentes as fendas branquiais.



< Detalhe das **fendas branquiais** de tubarão, em vista lateral. O tubarão-branco mede cerca de 4 m de comprimento.



< Aspecto das **brânquias** de peixe ósseo, com o opérculo levantado. O peixe mostrado na foto mede cerca de 20 cm de comprimento.

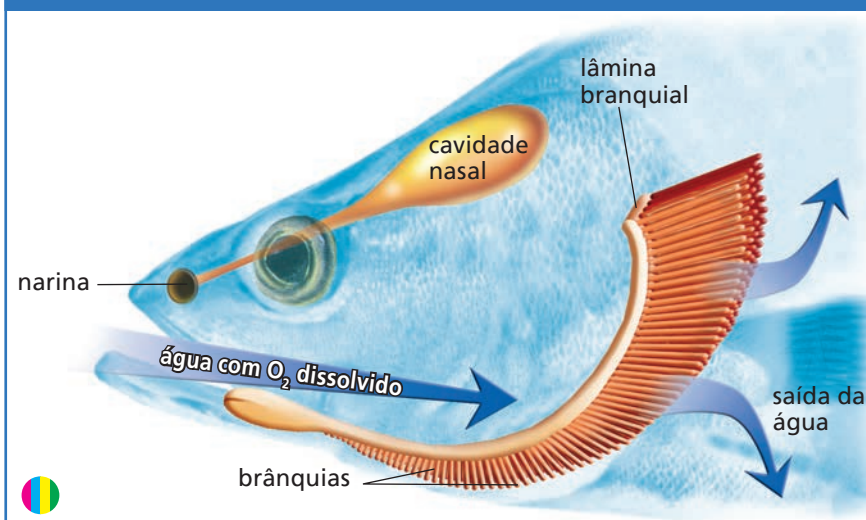


✓ Esquema da **região anterior de peixe ósseo** com órgãos vistos por transparência. As setas azuis indicam o caminho da água. Observe que as narinas não estão relacionadas com a respiração do peixe.

A água entra pela boca do peixe, passa pelas brânquias e sai pelas fendas branquiais ou pela abertura junto ao opérculo. Assim, eles utilizam para a respiração o gás oxigênio que se encontra dissolvido na água. Nos peixes com respiração branquial, o oxigênio necessário à respiração é retirado do ar dissolvido na água que entra pela boca, passa pelas brânquias e sai pelo opérculo ou pelas fendas branquiais.

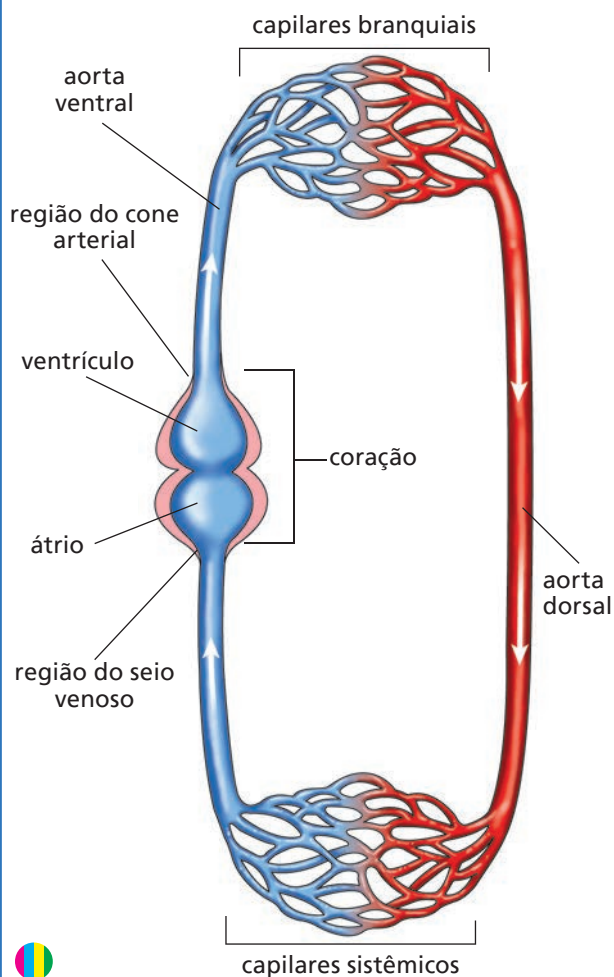
As brânquias dos peixes são muito diferentes das brânquias dos invertebrados aquáticos.

### Passagem da água pelas brânquias de um peixe



Luis Moura/Arquivo da editora

## Circulação em um peixe



Esquema ilustrando, de modo simplificado, a **circulação nos peixes**. As setas indicam o sentido do fluxo sanguíneo. A cor vermelha indica o sangue rico em gás oxigênio e a cor azul, o sangue pobre em gás oxigênio.

As brânquias dos peixes estão relacionadas ao sistema cardiovascular (circulatório), que transporta o gás oxigênio que estava dissolvido na água para os tecidos do corpo. O desenho esquemático ao lado mostra, de forma simplificada, o sistema cardiovascular de um peixe.

Os peixes são os únicos animais vertebrados que possuem **circulação simples**, isto é, circulação em que o sangue passa uma única vez pelo coração em uma volta completa pelo corpo.

A circulação do ser humano, como a de todos os demais vertebrados, com exceção dos peixes, é dupla, isto é, o sangue passa duas vezes pelo coração, em uma volta completa pelo corpo. Na circulação dupla, passam pelo coração sangue rico e sangue pobre em gás oxigênio. Nos peixes, no entanto, pelas cavidades do coração passa apenas sangue pobre em oxigênio. Do coração, o sangue vai para as brânquias, onde é oxigenado e, em seguida, é distribuído para todo o corpo pela artéria aorta, que é dorsal.

O coração dos peixes possui um átrio, um ventrículo e junto ao átrio há o **seio venoso**, estrutura membranosa que recebe o sangue proveniente do corpo. Depois do ventrículo há o **cone arterial**, que se prolonga formando o tronco arterial (artéria aorta ventral). Do tronco arterial partem as artérias branquiais, que levam o sangue até as brânquias, em que ocorre a **hematose**, ou seja, as trocas gasosas e a consequente oxigenação do sangue.

O sangue rico em oxigênio passa para a artéria aorta dorsal, de onde é distribuído para todo o corpo.

Quanto à **nutrição**, existem peixes herbívoros, que se alimentam de algas, peixes carnívoros, que se alimentam de invertebrados, de outros peixes e de outros vertebrados, e peixes onívoros, com dieta variada incluindo algas e animais.

Quanto à reprodução, considere os seguintes aspectos:

- › os peixes são, em sua maioria, **ovíparos** e de **fecundação externa**;
- › as fêmeas liberam seus óvulos diretamente na água, onde também os machos liberam seus espermatozoides;
- › os peixes produzem quantidade muito grande de gametas (óvulos e espermatozoides);
- › algumas espécies de peixes migram para as nascentes dos rios na época da reprodução.



## REÚNA-SE COM OS COLEGAS

Reúna-se com os seus colegas de grupo e procurem estabelecer algumas ligações entre os seguintes fatos gerais relacionados à reprodução dos peixes, respondendo às questões:

- De que forma a superprodução de óvulos e de espermatozoides contribui para o sucesso reprodutivo, considerando que a fecundação é externa?
- Quais seriam as vantagens e as desvantagens da fecundação externa para uma população de peixes?
- Algumas espécies migram, na época reprodutiva, para a nascente de um rio, onde a água é mais rasa e menos movimentada. Esse ambiente favorece a reprodução desses peixes? Por quê?

Veja comentários no Manual.



Algumas espécies de peixes possuem um comportamento muito interessante na época da reprodução. Machos e fêmeas migram para as nascentes dos rios, ocorrendo grande concentração de peixes exatamente onde as águas são menos movimentadas, mais rasas e menos volumosas. Liberando ali seus gametas, a concentração deles na água torna-se muito grande, o que favorece o encontro casual e consequente **fecundação externa**. Para tais espécies, essa é uma estratégia que foi selecionada ao longo da evolução, aumentando a chance de sucesso na fecundação. Além disso, as chances de chegarem à nascente e se reproduzirem são maiores para os peixes mais saudáveis, o que é um fator importante em termos de seleção natural. Em sua migração para a nascente, os peixes enfrentam diversas dificuldades, como as quedas-d'água, por exemplo.

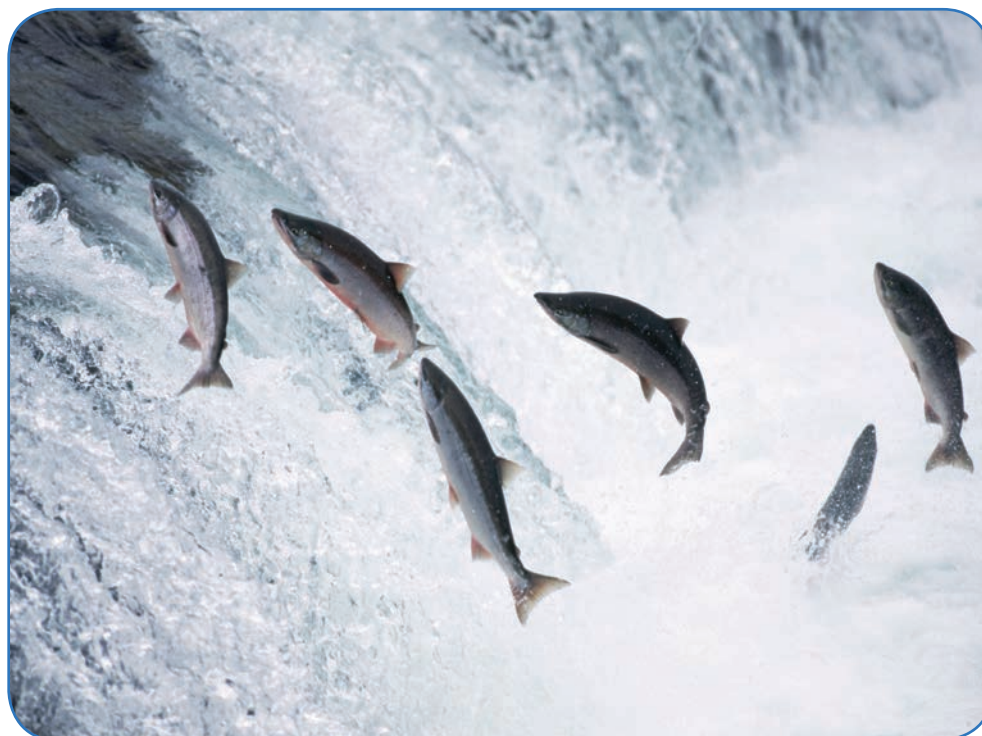
A migração desses peixes, que ocorre na época da reprodução, é conhecida por **piracema** e constitui um belíssimo espetáculo junto às quedas-d'água.



## CURIOSIDADE

A palavra "**piracema**" tem sua origem na língua indígena (tupi), sendo formada por *pira*, que significa peixe, e *cema* (*sema*), que significa saída. Assim, a palavra transmite a ideia de saída dos peixes, uma referência à época da desova. Diversas espécies de peixes nativos dos rios brasileiros realizam a piracema. Muitas delas estão ameaçadas por alterações nos cursos de rios. O assoreamento é um fator de ameaça: com a erosão da vegetação das margens, sedimentos se acumulam no rio, que se torna mais raso; isso dificulta a trajetória dos peixes na piracema.

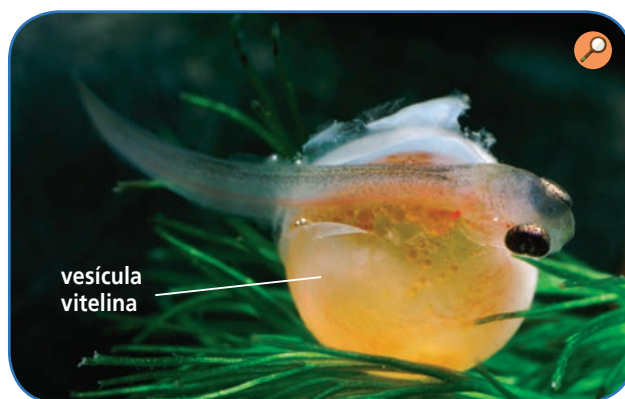
Corbis DC/Latinstock



< **Salmões** enfrentam uma queda-d'água, nadando contra a corrente em um rio do Alasca (EUA). O salmão adulto da espécie mostrada na foto mede cerca de 22 cm de comprimento.

Nem todas as espécies de peixes realizam a piracema. Várias são as estratégias reprodutivas dos peixes, garantindo a perpetuação das espécies. O grande número de gametas produzidos pelas espécies com fecundação externa já é uma adaptação a essa forma de reprodução, pois, como vimos, há aumento da chance dos gametas se encontrarem na água. Outras espécies possuem **fecundação interna** e, nesses casos, em geral o número de gametas produzidos por um indivíduo é menor, o que é compatível com as chances maiores de os gametas se encontrarem nesse tipo de fecundação (interna).

Nos osteíctes ovíparos, do ovo fecundado desenvolve-se uma larva, chamada **alevino**, que, passando por metamorfose, dá origem ao peixe adulto.

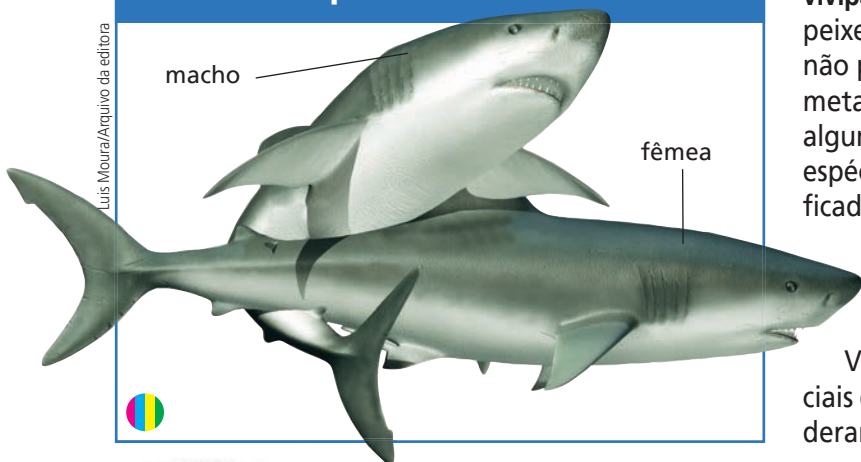


David Spears/Corbis/Latinstock

^ **Alevino**, medindo cerca de 1 cm de comprimento, recém-eclodido do ovo. Observe a reserva nutritiva do embrião, armazenada na vesícula vitelina. Durante o desenvolvimento da larva, essa reserva vai sendo consumida.



### Cópula de tubarões



Alguns poucos peixes não são ovíparos, e sim **vivíparos**, ou seja, a fecundação é interna e os novos peixes desenvolvem-se dentro do corpo da fêmea, não passando pela fase de larva e não ocorrendo metamorfose. São exemplos de peixes vivíparos algumas espécies de tubarões. Os machos dessas espécies apresentam as nadadeiras pélvicas modificadas em um órgão copulador, chamado **clássper**.

Entre os peixes ósseos, também há exemplos de espécies vivíparas, como o lebiste, um pequeno peixe de água doce.

Vamos ver agora algumas características especiais dos três grupos de peixes que estamos considerando: ciclóstomos, condrictes e osteíctes.

## 3 Características dos diferentes grupos de peixes

### 3.1 Ciclóstomos ou ágnatos

O esqueleto dos peixes desse grupo é cartilaginoso, com crânio incompletamente formado e que abriga um encéfalo simples. Entre os ágnatos, estão as lampreias, que possuem vértebras rudimentares, e as feiticeiras, que não possuem vértebras.

Os **ciclóstomos** são considerados descendentes dos primeiros cordados cranianos e, portanto, o grupo mais primitivo dentro desse subfilo. Atualmente, existem cerca de 50 espécies conhecidas de ciclóstomos.

As **fendas faríngeas**, ou fendas branquiais, dessa espécie abrem-se diretamente para fora do corpo, na forma de aberturas branquiais, comunicando-se internamente com as brânquias.

A pele dos ciclóstomos é lisa, sem escamas e rica em glândulas mucosas. Esses peixes não possuem nadadeiras pares e utilizam o corpo inteiro na sua locomoção, por ondulação.

DIVULGAÇÃO PNLD

Dave Brenner/Michigan Sea Grant



^ **Região oral de uma lampreia.** A boca circular deu origem ao termo "ciclóstomo", usado para se referir às lampreias e feiticeiras.

AGE Fotostock/Grupo Keystone



^ **Lampreia.** Há espécies marinhas e espécies de água doce, sendo algumas parasitas. Apresenta boca e língua com dentes córneos; desenvolvimento indireto, com larva e metamorfose. Possui vértebras incompletamente formadas, olhos bem desenvolvidos e linha lateral. Mede cerca de 25 cm de comprimento.

AGE Fotostock/Grupo Keystone



^ **Feiticeira.** As espécies são marinhas, de vida livre e carnívoras. Apresenta boca com pequenos dentes, e desenvolvimento direto (sem larvas e sem metamorfose). Possui crânio, mas não vértebras; olhos pequenos e recobertos por pele; sem linha lateral. A feiticeira da fotografia mede cerca de 40 cm de comprimento.

### 3.2 Condrictes

Os **condrictes** são os peixes cujo esqueleto é formado por **cartilagens**. Outra característica geral do grupo, que você pode ver nas imagens ao lado, é a localização e o tipo de abertura da boca, que fica na parte ventral do corpo.

Os condrictes podem ser divididos em dois grupos: **holocéfalos** e **elasmobrânquios**.

Os holocéfalos são as **quimeras**, peixes oceânicos, de água fria, que vivem em profundidades de até 2 000 metros. São ovíparos e seu desenvolvimento é direto, sem a formação de larvas, contrariamente ao que ocorre com a maioria dos peixes. Não possuem escamas e apresentam opérculo protegendo as brânquias, o que é uma exceção nos condrictes.

Os elasmobrânquios são também conhecidos por **seláquios**. Formam a maioria dos condrictes, com mais de 700 espécies, sendo representados pelos **tubarões** e pelas **raias** (arraias).

Embora a maioria dos elasmobrânquios seja carnívora, existem espécies que se alimentam de plâncton. Entre os carnívoros está o tubarão-branco, predador de mamíferos marinhos. O maior de todos os tubarões, no entanto, o tubarão-baleia, que chega a 20 m de comprimento, alimenta-se de plâncton.

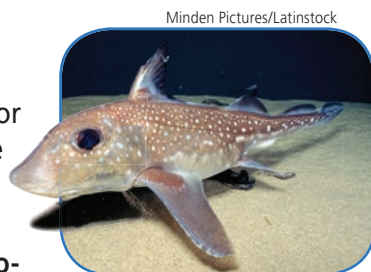
Os condrictes podem manter sua flutuabilidade, sem afundar na coluna de água, pela presença de reserva de lipídios (óleo) no fígado. O óleo, que é menos denso do que a água, auxilia na diminuição da densidade desses peixes.

Você já sabe que tubarões realizam fecundação interna. Os machos de elasmobrânquios possuem um órgão copulador chamado clássper, que deposita os gametas masculinos no interior da fêmea. O desenvolvimento é direto e pode ocorrer dentro de um ovo (espécies ovíparas e espécies ovovivíparas) ou no oviduto da fêmea (espécies vivíparas).

O sistema digestório de todos os peixes é composto basicamente por boca, faringe, esôfago, estômago e intestino. Os condrictes possuem cloaca, abertura comum aos sistemas genital, excretor e digestório. No intestino dos condrictes existe uma peculiaridade: a presença de válvulas espiraladas, estruturas que aumentam a superfície de absorção do alimento. Veja ao lado o esquema simplificado do sistema digestório de um tubarão.

Os elasmobrânquios possuem de cinco a sete fendas branquiais, sem opérculo, corpo coberto por escamas e nadadeira caudal bem desenvolvida.

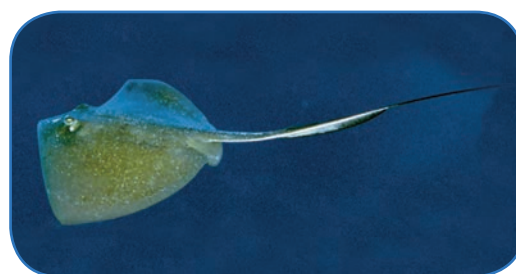
As escamas desses peixes são chamadas **escamas placoides** ou **dentículos dérmicos**. Na sua formação, há participação da derme e da epiderme.



◀ **Quimera**, um holocéfalo. O indivíduo da foto mede cerca de 80 cm de comprimento.

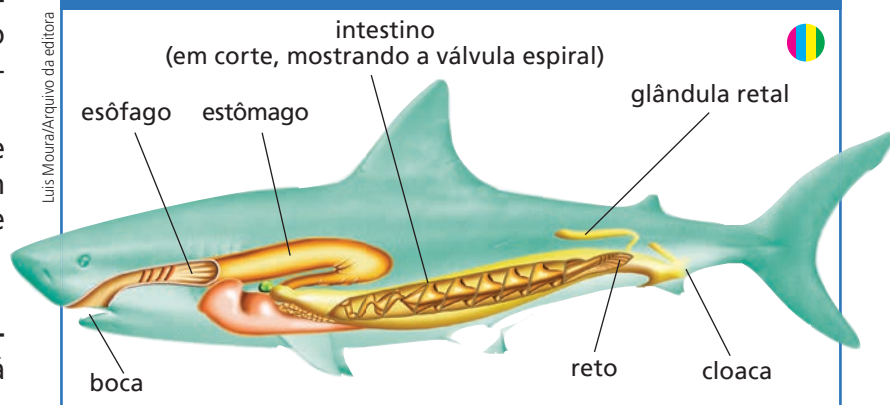


⬆ **Tubarão**, um elasmobrânquio. Na espécie mostrada na foto, os adultos medem cerca de 4 m de comprimento.



⬆ **Raia-lixia**, um seláquio. Os indivíduos dessa espécie de raia podem chegar a 2 m de largura.

#### Sistema digestório de condrictes





### 3.3 Osteíctes

Os **osteíctes** constituem o grupo mais diversificado de peixes, com mais de vinte e uma mil espécies conhecidas. Algumas de suas principais características são: esqueleto com elementos ósseos, boca geralmente de posição anterior, opérculo protegendo as fendas branquiais, presença de bexiga natatória e, na maioria das espécies, corpo revestido de escamas.

*Veja no Manual comentário a respeito dos tipos de escamas em osteíctes.*

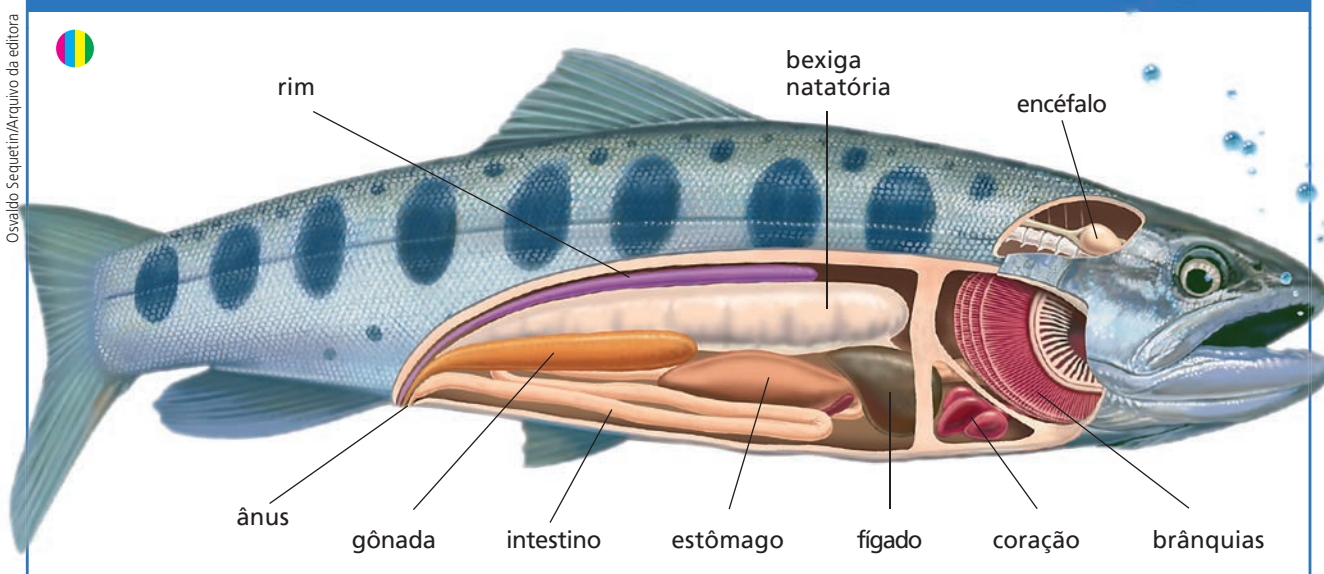
O sistema digestório dos osteíctes termina em ânus, e não em cloaca, como nos condrites. Nos osteíctes existem estruturas anexas ao intestino chamadas cecos pilóricos, que aumentam a superfície de absorção de nutrientes.

Os peixes ósseos possuem uma estrutura chamada **bexiga natatória**, de paredes finas e fundo cego, localizada posteriormente às brânquias, logo abaixo da coluna vertebral. Em alguns peixes existe ligação entre a faringe e a bexiga natatória, enquanto em outros essa ligação não ocorre. Independentemente de ter ou não essa comunicação, existem mecanismos que aumentam ou diminuem o volume de gás dentro da bexiga natatória (especialmente de gás oxigênio), e assim o animal pode manter sua posição na coluna de água em profundidades diferentes, sem a necessidade de nadar. Esses mecanismos vão variar em função da existência ou da ausência da comunicação com a faringe e não vamos nos aprofundar no tema.

✓ Esquema ilustrando um **peixe ósseo** com parte removida para a representação de alguns órgãos internos.

*Veja no Manual comentários a respeito da bexiga natatória.*

#### Órgãos internos de um osteícte



#### CURIOSIDADE

Além da piramboa, fazem parte do grupo dos peixes pulmonados, ou dipnoicos, um gênero encontrado na África e outro nativo da Austrália. Estima-se que esse grupo já tenha sido mais diversificado e numeroso, na era Mesozoica, há cerca de 250 milhões de anos.

Na história evolutiva de alguns peixes ósseos, a bexiga natatória ligada à faringe por um ducto deu origem a uma bolsa muito vascularizada, correspondendo ao “pulmão”, importante para a respiração aérea. É o caso dos **dipnoicos**, peixes com brânquias pequenas e que dependem do pulmão para obter gás oxigênio do ar, sendo por isso chamados **peixes pulmonados**. Nesses peixes, ao contrário de todos os outros, as cavidades nasais comunicam-se com a faringe. O único exemplo brasileiro de peixe dipnoico é a **piramboa**, que também ocorre em rios de outros países da América do Sul. A piramboa é capaz de enfrentar a seca dos rios enterrando-se no lodo, podendo respirar também através da pele, ricamente vascularizada.





## ATIVIDADE PRÁTICA

### Compreendendo o funcionamento da bexiga natatória

Você e sua equipe podem construir um modelo que ajudará a compreender como a flutuabilidade de um corpo está relacionada com sua densidade relativa e com a pressão sobre esse corpo. Embora de modo simplificado, esse modelo permite também entender como funciona a bexiga natatória dos peixes ósseos.

Antes de iniciar a montagem do modelo, observe a situação mostrada ao lado e responda: por que o interior do copo, emborcado em uma bacia com água, não é preenchido pelo líquido? Se possível, realize essa montagem. Você pode colocar um lenço ou papel toalha no fundo do copo e verificar o que acontece, se o copo for emborcado na posição vertical (sem estar inclinado). Após analisar essa situação, prossiga a atividade.



Thiago Oliver/Acervo do fotógrafo

A água não entra no copo emborcado, pois ele está cheio de ar.

#### < Material necessário >

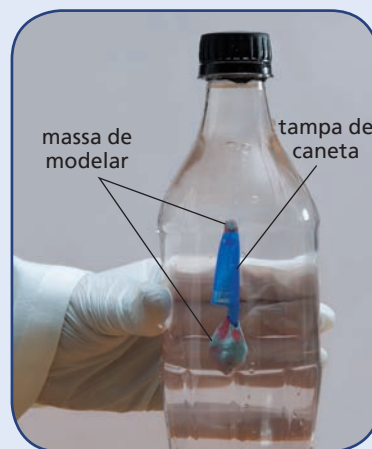
- Massa de modelar ou argila;
- copo com água (de preferência, copo de vidro transparente);
- tampa de caneta esferográfica;
- garrafa plástica transparente (600 mL ou 1 litro) com tampa, totalmente preenchida com água.

#### ! ALERTA

A atividade deve ser feita apenas sob a supervisão do professor.

#### < Procedimentos >

1. Se a tampa de caneta tiver um orifício na ponta, feche-o com um pouco de massa de modelar ou argila. Segure, então, a tampa na posição vertical e, na extremidade inferior, fixe uma bolinha de massa ou argila.
2. Coloque a tampa de caneta dentro do copo com água: ela deve flutuar, na posição vertical, ficando logo abaixo da superfície ou com apenas a extremidade superior emersa. Se a tampa afundar, retire um pouco de massa; se ficar muito acima do nível da água, adicione um pouco de massa.
3. Retire a tampa de caneta do copo e coloque-a na garrafa de modo que ela flutue, da mesma maneira que no copo. Feche a garrafa. Aperte a garrafa com as mãos, exercendo pressão sobre a água que está ali dentro, e veja o que acontece com a tampa de caneta. Observe também o que acontece quando você solta a garrafa.



Thiago Oliver/Acervo do fotógrafo

#### < Interpretando os resultados >

- a. Relembre o que foi discutido na introdução desta atividade e explique por que a tampinha de caneta flutua ao ser colocada na água do copo ou da garrafa.
- b. O que foi observado quando a garrafa foi apertada? E ao soltá-la? Por meio de um esquema, explique os resultados observados ao apertar e soltar a garrafa. Utilize em sua explicação as palavras *pressão* e *flutuabilidade*.
- c. Leia o texto *Funcionamento da bexiga natatória*, na página 237. Após a leitura, responda: em qual situação – descendo ou subindo na coluna de água – a bexiga natatória se enche de gás e aumenta de volume? E em qual situação ela diminui de volume? Compare o modelo com o funcionamento da bexiga natatória, indicando as limitações desse modelo.

#### < Indo além >

- Como você faria para representar o mecanismo de flutuabilidade de tubarões? Converse com seus colegas e, se possível, montem um modelo, sob orientação do professor.

Veja no Manual comentários sobre as questões, sugestões de materiais alternativos e proposta de trabalho interdisciplinar com a disciplina de Física.





## RECORDE-SE

## Autólise

A regressão da cauda do girino ocorre porque as células dessa região morrem, pela ação dos lisossomos, organelas celulares que contêm enzimas digestivas. Quando os lisossomos se rompem, as enzimas destroem a célula inteira, em um processo chamado autólise.



Fabio Colombini/Acervo do fotógrafo

## 4 Características específicas dos anfíbios

Comentaremos as características gerais dos anfíbios tomando por base os anuros, representados pelos sapos, rãs e pererecas. Em seguida, abordaremos um pouco de cada uma das ordens.

Uma característica dos anfíbios é a ocorrência de **metamorfose** no ciclo de vida. Na metamorfose (*meta* = mudança; *morfus* = forma, formato), a larva que se desenvolve a partir do ovo gelatinoso sofre grandes transformações em seu corpo, até originar um indivíduo adulto.

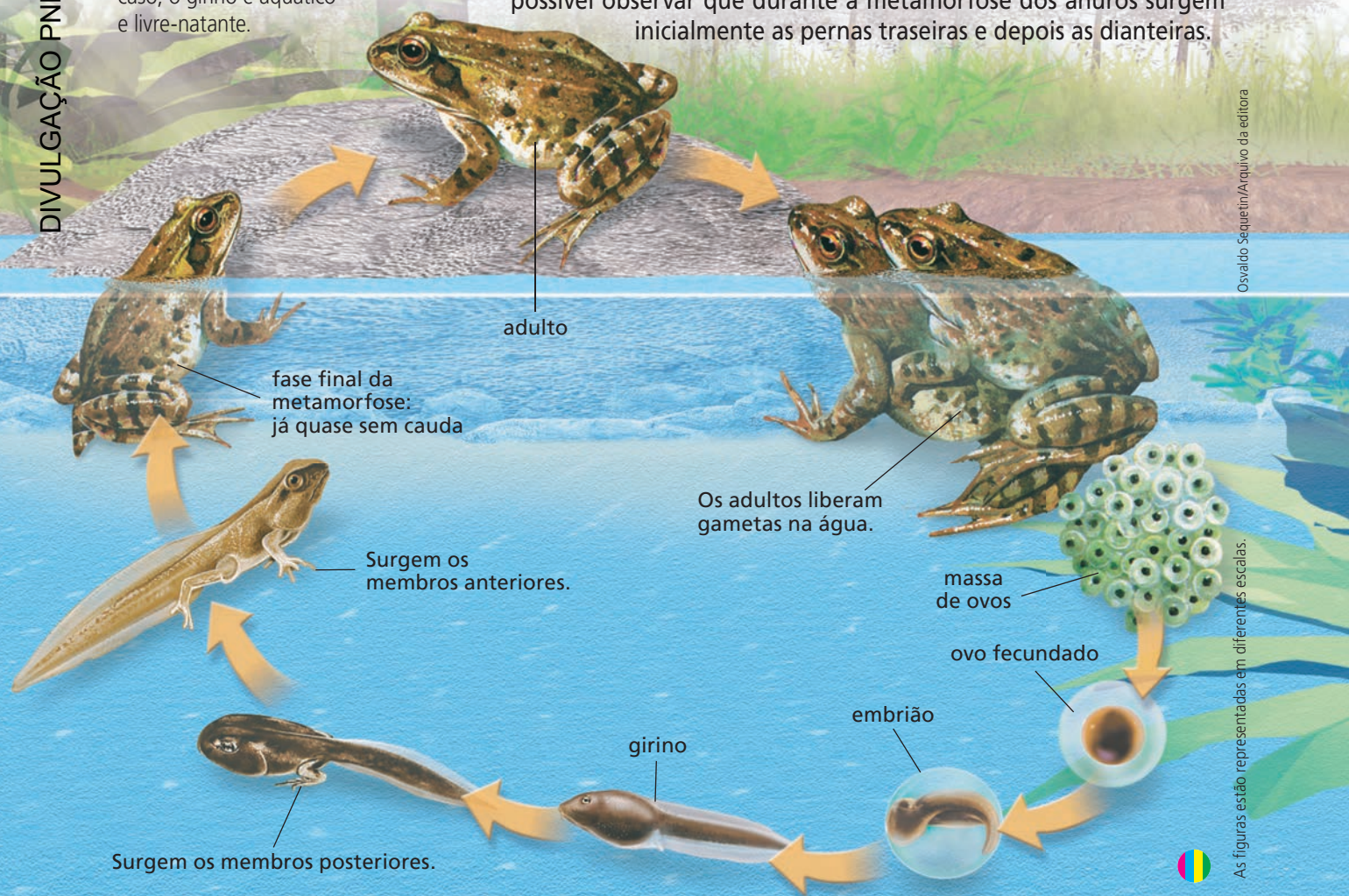
A larva do sapo é chamada **girino**. Ele possui cauda e assim que eclode do ovo não apresenta pernas. A classificação do sapo como um anfíbio anuro (sem cauda) e como um vertebrado tetrápode (quatro pernas) baseia-se, portanto, em características do animal adulto, que não tem cauda e apresenta quatro pernas. A cauda deixa de existir, e as pernas surgem durante a metamorfose do girino em adulto.

No desenho esquemático a seguir, que representa o ciclo de vida de uma rã, é possível observar as principais etapas dessa metamorfose.

O girino possui brânquias, que são inicialmente externas, passam a internas no decorrer da metamorfose e depois deixam de existir. Quando isso ocorre, o animal já possui pulmões, passando a viver sobre o solo, embora sempre dependente de ambiente úmido. Já apresenta também as quatro pernas, sendo possível observar que durante a metamorfose dos anuros surgem inicialmente as pernas traseiras e depois as dianteiras.

DIVULGAÇÃO PNLD

Um **girino** de sapo mede cerca de 2 cm de comprimento. Neste caso, o girino é aquático e livre-natante.



Osvaldo Sequeim/Arquivo da editora

As figuras estão representadas em diferentes escalas.





Os pulmões dos anfíbios adultos são simples, formados por poucas divisões internas. Embora dotado de respiração pulmonar, os anfíbios também realizam **respiração cutânea**. A sua pele é fina e nua, ou seja, desprovida de escamas, pelos ou outras estruturas de revestimento ou de proteção.

**Glândulas de muco** secretam um material viscoso em sua superfície, mantendo-a sempre úmida. A pele dos anfíbios também é ricamente vascularizada. Essas características estão relacionadas com sua permeabilidade, permitindo que ela atue como um órgão respiratório e também explicam por que esses animais não bebem água, incorporando-a através da pele.

Outra característica da pele dos anfíbios é a presença de **glândulas de veneno**. A composição química dos venenos depende da espécie considerada, e os seus efeitos variam de acordo com o animal exposto a eles. Os anfíbios, no entanto, não mordem, injetam ou cospem veneno. Trata-se de uma estratégia de defesa passiva; um predador é afetado se morder um anfíbio, espremendo as glândulas da pele, que então liberam o veneno.

Os sapos possuem dois aglomerados de glândulas de veneno no dorso, próximos à cabeça, chamados **glândulas parotóides**. Se um predador abocanha o sapo e as glândulas parotóides são comprimidas, o veneno é liberado. Os outros anuros – rãs e pererecas – não apresentam essas estruturas.

As toxinas produzidas pelas glândulas da pele de algumas espécies podem ser fortemente irritantes para os seres humanos, em especial para as mucosas, como as dos olhos, por exemplo. A manipulação desses anfíbios não deve ser realizada, portanto, de maneira arbitrária.

Veja agora, no desenho esquemático ao lado, como é a circulação sanguínea dos anfíbios. O coração possui dois átrios, o direito e o esquerdo, associados a um pequeno seio venoso, e um ventrículo.

O ventrículo único recebe sangue pobre em gás oxigênio, que vem do átrio direito, e sangue rico em gás oxigênio, que vem do átrio esquerdo. Entretanto, a mistura dos dois tipos de sangue no ventrículo é pequena, principalmente devido a trabéculas musculares existentes na parede interna do ventrículo e dos mecanismos internos de controle do ritmo de batimentos cardíacos.

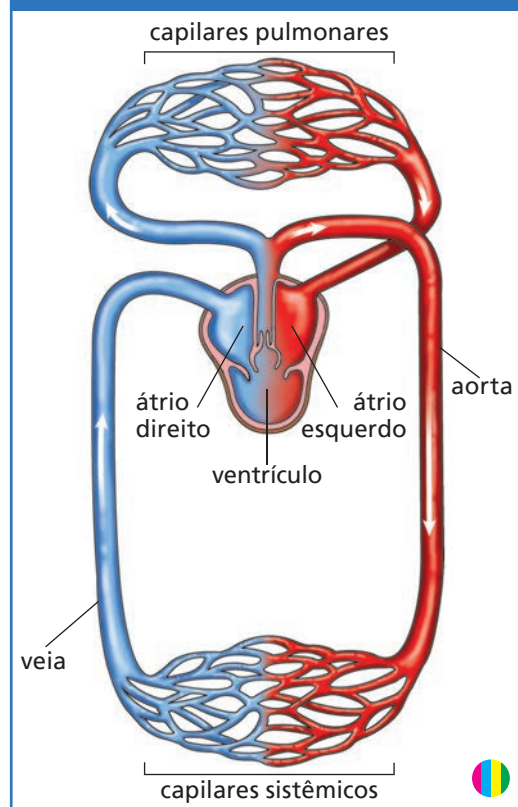
Como o sangue passa duas vezes pelo coração, dizemos que a circulação dos anfíbios é dupla. A **circulação dupla** ocorre em todos os tetrápodes; ela consiste da circulação entre o coração e os pulmões (**pequena circulação**) e entre o coração e as diversas partes do corpo (**grande circulação**).

Nos anfíbios, mesmo sendo dupla, a circulação é **incompleta**, uma vez que no ventrículo ocorre mistura de sangue rico em gás oxigênio com sangue pobre nesse gás.



Como regra geral, os sapos têm **glândulas parotóides**, correspondentes a um aglomerado de glândulas microscópicas de veneno. Na foto, um cururu, que mede cerca de 15 cm de comprimento.

### Circulação em anfíbios



Esquema ilustrando de modo simplificado a **circulação sanguínea nos anfíbios**. As setas indicam a direção do fluxo sanguíneo. A cor vermelha simboliza o sangue rico em gás oxigênio, e a cor azul, sangue pobre em gás oxigênio. O coração está representado em corte, mostrando suas câmaras internas.

Veja no Manual comentários a respeito da circulação em anfíbios.



✓ **Sapo** (cerca de 8 cm de comprimento) **capturando uma mosca**. Esse movimento de desenrolar a língua pegajosa dura frações de segundo.

AGB Photo



Dizemos que os anfíbios são animais **pecilotermos**, ou seja, sua temperatura corpórea é variável, oscilando em função da temperatura do meio.

Os anfíbios podem regular sua temperatura corpórea pela exposição ou abrigo do calor do meio ambiente, mas não existem mecanismos internos para sua manutenção. Por isso, também são chamados animais **ectotermos** (*ecto* = externa; *termo* = temperatura). O calor produzido pelo seu metabolismo poderia ser facilmente perdido para

o ambiente, através da pele fina e intensamente vascularizada.

Anfíbios adultos são carnívoros, alimentando-se principalmente de insetos, minhocas e outros pequenos invertebrados. Os anfíbios geralmente abocanham suas presas. Em algumas situações, a língua pegajosa é usada para a captura de presas.

O alimento capturado é deglutido e digerido, sendo as fezes eliminadas pela **cloaca**, que é uma abertura comum dos sistemas digestório, urinário e genital.

✓ **Sapo-de-chifre camuflado** no ambiente. Esta estratégia pode enganar predadores e presas. O indivíduo da foto mede cerca de 20 cm de comprimento.

Joe McDonald/Corbis/Latinstock



Como os demais tetrápodes, os anfíbios possuem **glândulas lacrimais** e olhos cobertos por **pálpebras**, o que pode ser interpretado como adaptação ao ambiente terrestre, por protegerem os olhos contra o dessecação.

Muitos anfíbios possuem a capacidade de modificar, dentro de certos limites, os tons das cores de sua pele, de acordo com o ambiente. Esse mecanismo os torna menos visíveis aos olhos de seus predadores e de suas presas, sendo uma forma de **camuflagem**, pela qual o animal pode passar despercebido em um determinado ambiente.

Muitos anuros e urodelos apresentam coloração chamativa na pele que funciona como “advertência” aos predadores.

Na Floresta Amazônica, anuros conhecidos como sapos-veneno-de-flecha receberam este nome porque eram usados pelos índios para envenenar dardos de zarabatanas, com o objetivo de caçar animais. Os anuros dessa família, chamados dendrobatídeos, são pequenos, coloridos, produzem veneno de efeito potente e, ao contrário da maioria dos anuros, possuem hábito diurno.

Existem vários outros mecanismos de defesa nos anfíbios, como rãs e pererecas que ficam imóveis como se estivessem mortas, ou sapos que inflam o corpo quando se sentem ameaçados, dando a impressão de serem maiores do que realmente são.

Os dados de *Amphibia Web* foram consultados no site:  
<<http://amphibiaweb.org/amphibian/cartograms>>.  
Acesso em: 20 maio 2016.

## 5 Características dos diferentes grupos de anfíbios

### 5.1 Anuros

Os **anuros** são representados pelos sapos, pelas rãs e pelas pererecas. O nome da ordem se relaciona ao fato de que esses anfíbios, ao chegarem à fase adulta, não possuem cauda, que regride ao longo da metamorfose do girino (*an* = prefixo de negação; *uro* = cauda).

A maioria dos anuros vive nas regiões tropicais. Somente no Brasil já foram identificadas mais de 980 espécies, sendo um dos países com maior diversidade de anfíbios no mundo, ao lado da Colômbia e do Equador (dados do banco de dados internacional *Amphibia Web*, 2016).

Sapos, rãs e pererecas são nomes populares e não correspondem a categorias de classificação dentro da ordem dos anuros. O uso desses nomes pode causar confusão, pois uma mesma espécie pode ser conhecida como sapo em um determinado local e como rã ou jia em outro. O termo “sapo” também é comumente usado como sinônimo de anuro. De maneira geral, no entanto, existem características que diferenciam os anuros e que originaram os diferentes nomes populares – sapos, rãs e pererecas; vamos mencionar algumas delas aqui.

Os sapos possuem corpo robusto, um par de glândulas parotóides e pele com protuberâncias que lembram verrugas. As pernas posteriores são grandes e possibilitam impulsão; as dianteiras são pequenas e muito fortes, capazes de absorver o impacto no solo. Dessa forma, os sapos geralmente fogem de seus predadores dando saltos curtos.

As rãs ou jias possuem pernas semelhantes às do sapo, o que lhes permite saltar com eficiência. Muitas rãs apresentam pernas traseiras palmadas, isto é, possuem membranas entre os dedos, característica que auxilia o nado. Geralmente, as rãs caracterizam-se por pele lisa e brilhante.

As pererecas possuem discos adesivos nas extremidades dos dedos, o que lhes possibilita fixar-se em vários lugares, inclusive em paredes e janelas de casas. Com suas pernas longas e finas caminham entre os ramos de árvores e arbustos. As pererecas também podem, ocasionalmente, saltar grandes distâncias em relação ao tamanho de seu corpo.

Os anuros machos possuem **sacos vocais**, expansões da cavidade bucal que amplificam sons (veja foto acima, do sapo-cururu). Cada espécie possui um repertório de cantos e uma frequência de som, sendo estes caracteres utilizados na sistemática. Pelo “coaxar”, os anuros machos de uma mesma espécie se comunicam entre si, demarcando territórios e atraindo fêmeas.



R-PKino

^ Sapo conhecido no Brasil como **sapo-cururu** (*Rhinella marina*). Este adulto macho mede cerca de 12 cm de comprimento.



Derek Croucher/Getty Images

^ **Rã** ou **jia**. Mede cerca de 10 cm de comprimento.



Robert Pickett/Corbis/Latinstock

^ **Rã em vista ventral**, medindo cerca de 8 cm de comprimento.



Pallé Zuppani/Pulsar Imagem

^ **Perereca**, pertencente à família Hylidae, mede cerca de 7 cm de comprimento.



#### REÚNA-SE COM OS COLEGAS

Você conhece algum anuro comum na região onde vive? Se conhecer, procure descrevê-lo para os colegas do grupo, explicando o lugar onde costuma ser encontrado, e ouça a descrição que eles fizerem. Juntos, então, vocês podem elaborar um livreto ou um *blog* na internet contando a respeito dos anuros que já observaram.

Resposta pessoal.





Getty Images  
 ^ **Tritão**: um urodelo de hábito aquático que mede cerca de 10 cm de comprimento.



Layer, W./Arco/ Glow Images  
 ^ **Salamandra** encontrada no hemisfério Norte, medindo cerca de 6 cm de comprimento.

## 5.2 Urodelos

Os **urodelos** diferem dos anuros principalmente porque a cauda, existente na larva, permanece no adulto (*uro* = cauda; *delos* = visível). Esses animais também passam por metamorfose, que difere da dos anuros não somente pela manutenção da cauda, mas também porque as primeiras pernas a se formarem são as dianteiras, contrariamente ao que ocorre com sapos, rãs e pererecas.

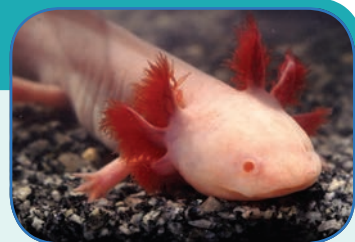
Os urodelos são representados pelas **salamandras** e pelos **tritões**. No Brasil, ocorre apenas uma espécie de salamandra, na Amazônia, que mede cerca de 5 cm de comprimento e realiza apenas respiração cutânea, pois não possui pulmões.

Os tritões e a maior diversidade de salamandras são encontrados no hemisfério Norte, em regiões subtropicais ou temperadas. Os tritões passam a vida adulta na água doce, apesar da regressão das brânquias e do desenvolvimento das pernas. São encontrados em água limpa, fria e pouco profunda. A maioria das salamandras vive a fase adulta no solo, escondendo-se sob troncos caídos de árvores e folhas, o que evita a perda de água através da pele.



### CURIOSIDADE

Algumas espécies de salamandras desenvolvem as pernas, mas não completam a metamorfose, mantendo suas brânquias externas. Permanecem aquáticas, com respiração branquial. Embora apresentem características larvais, atingem a maturidade sexual e são capazes de se reproduzir. É o caso do **axolotle**, salamandra nativa do México.



Fabio Colombini/Acervo do fotógrafo  
 ^ Um **axolotle** albino, com cerca de 30 cm de comprimento.

## 5.3 Ápodas ou gimnofionos

**Ápodas** são anfíbios alongados, vermiformes e sem pernas, ou ápodas (*a* = prefixo de negação; *podes* = pés ou pernas). Sua pele possui dobras que dão ao corpo aspecto anelado. Essa ordem de anfíbios também é conhecida pelo nome **gimnofionos**, que significa "serpentes sem escamas", fazendo menção ao fato de apresentarem corpo sem escamas (*nu*), sem pernas e alongado como as serpentes.

Os gimnofionos são representados pelas **cecílias**, também conhecidas por **cobras-cegas** por lembrarem uma cobra em seu aspecto externo e por possuírem olhos atrofiados, que distinguem apenas luz e sombra. Cecília é nome que vem do latim *caecus*, que significa cego. Elas utilizam em sua orientação espacial tentáculos localizados próximos às narinas, capazes também de detectar substâncias presentes no meio, o que auxilia na percepção de presas.

As cecílias vivem em regiões tropicais, em ambientes aquáticos ou dentro do solo. Existem muitas espécies escavadoras no Brasil, que se alimentam principalmente de minhocas e de insetos. Os indivíduos adultos possuem um dos pulmões atrofiado e respiram principalmente por meio da pele.

Na reprodução, ocorre a fecundação interna por meio de um órgão copulador no macho, ausente nos machos de anuros e urodelos. Em algumas espécies de cecílias, o desenvolvimento do embrião ocorre dentro do corpo da fêmea e os filhotes saem pela sua cloaca já completamente formados. Nesse caso, as fêmeas produzem em seu sistema reprodutivo o material nutritivo que alimenta os embriões em desenvolvimento. Os embriões das cecílias, independentemente de onde ocorre o desenvolvimento, respiram por brânquias externas, assim como os outros anfíbios.

Fabio Colombini/Acervo do fotógrafo



^ **Cecília**. Esse gênero (*Siphonops*) é comum no Brasil. Mede cerca de 20 cm de comprimento.





## Tetrápodes

No texto está escrito que os tetrápodes são os vertebrados que possuem quatro pernas. Pertencem a esse grupo anfíbios, répteis, aves e mamíferos. No entanto, há exceções:

- a cecília, também conhecida por cobra-cega, é um anfíbio que não possui pernas;
- as serpentes são répteis ápodas (sem pernas);
- as pernas anteriores das aves são transformadas em asas, uma adaptação ao voo;

- as baleias e os golfinhos são mamíferos sem pernas propriamente ditas.

As definições em um primeiro momento costumam referir-se às características gerais, não privilegiando as exceções, que quase sempre existem.

Os tetrápodes que não possuem pernas, como serpentes, cecílias, golfinhos e baleias, descendem de ancestrais que possuíam pernas e que, na sua evolução, perderam ou modificaram essa estrutura.

## Funcionamento da bexiga natatória

Vimos neste capítulo que muitos peixes apresentam **bexiga natatória**, uma bolsa flexível também chamada vesícula de gás. Gases, principalmente oxigênio, podem ser introduzidos em seu interior por meio de uma glândula conectada aos vasos sanguíneos.

Durante muito tempo, acreditou-se que os peixes dispunham de um controle interno do volume da bexiga natatória, podendo, assim, regular a sua profundidade. Quando a bexiga infla, o volume do corpo aumenta, o que diminui sua densidade relativa. O maior volume do corpo desloca maior volume de água, aumentando o empuxo que impele o peixe para cima. Quando a bexiga perde volume, o empuxo diminui e o peixe para de subir, ou desce.

Atualmente, foi esclarecido que as paredes da bexiga natatória não têm músculos e o peixe não tem como controlar sua contração ou expansão. A variação do volume da bexiga natatória é um processo involuntário, induzido pela variação da pressão externa sobre o corpo do peixe. Para entender o funcionamento desse órgão, é preciso considerar as propriedades dos gases, como a sua grande compressibilidade.

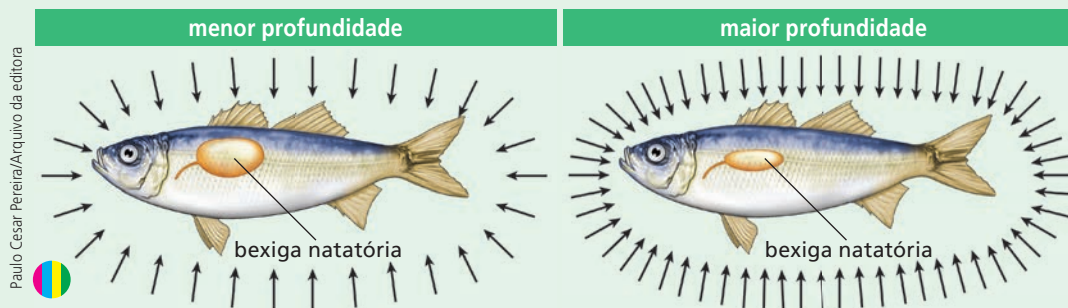
No deslocamento para cima ou para baixo,

o peixe usa os músculos associados à nadadeira caudal. Ao se mover para baixo, a pressão da água aumenta, a bexiga é comprimida, o seu volume é reduzido e a tendência do peixe é afundar ainda mais. Nesse ponto entra em ação a glândula que libera gases no interior da bexiga, até o seu volume devolver ao peixe a flutuabilidade neutra.

Quando o peixe se desloca para cima na coluna de água, a pressão sobre o seu corpo vai se reduzindo e causa a expansão do gás na bexiga; a tendência do peixe é subir ainda mais. Nesse momento, a remoção de gás do interior da bexiga resulta a contração dessa bolsa.

Assim, a função da bexiga natatória é permitir que o peixe permaneça estável em uma determinada profundidade, com flutuabilidade neutra, por meio da introdução ou remoção controlada de gás.

A densidade relativa da massa corpórea dos peixes ósseos é 1,07. Nos peixes de água salgada, a bexiga natatória ocupa aproximadamente 5% do volume do corpo, enquanto nos peixes de água doce esse volume é cerca de 7%. Podemos interpretar essa divergência como uma adaptação à diferença de densidade, pois a água salgada tem densidade maior do que a da água doce.



< A **bexiga natatória**, representada por transparência, sofre mudança de volume conforme a pressão da água sobre o peixe. As setas representam a pressão da água.

## Vida dupla

Os anfíbios receberam esse nome devido a uma característica comum nos animais desta classe: a de possuírem vida larval aquática e, depois da metamorfose, terrestre. No entanto, há anfíbios que normalmente não passam para a “segunda vida”: permanecem aquáticos, com respiração branquial, caso de salamandras como o axolotle. Existem também espécies de hábito aquático em que o adulto, após a metamorfose, vive na água. É o caso de muitas rãs, das pipas, dos tritões, e das espécies aquáticas de salamandras e de cecílias.

Há também anfíbios cujo ciclo de vida é totalmente terrestre e não depende de um corpo de água para reprodução. É o caso do sapinho-dourado ou pingo-de-ouro (*Brachycephalus ephippium*), da Mata Atlântica. Ele vive no folheto sobre o solo da mata e é nesse ambiente terrestre que ocorre sua reprodução. Um casal produz cerca de cinco ovos a cada ciclo reprodutivo e a metamorfose de cada girino se completa dentro do envoltório gelatinoso do ovo.

As fêmeas de pererecas-marsupiais, do gênero *Gastrotheca*, abrigam os ovos em uma bolsa de pele localizada na região dorsal e é ali que

os girinos se desenvolvem. Quando liberados do corpo da mãe, já são pequenos adultos.

A diversidade de modos de vida caracteriza a classe dos anfíbios. Até 2016, mais de 7 000 espécies foram identificadas, sendo muitas delas até então pouco estudadas, além das estimativas dos cientistas a respeito do grande número de espécies que ainda não são conhecidas.

No entanto, se considerarmos a história evolutiva desse grupo de vertebrados, o nome “anfíbio” é adequado, pois são animais que apresentam dependência da água ou, pelo menos, do ambiente úmido. Essa dependência da água está relacionada à pele dos anfíbios, que é permeável e úmida. As características de sua pele refletem no modo como os anfíbios interagem com o ambiente.

Assim, mesmo nas espécies de anfíbios que não realizam fecundação em ambiente aquático e não possuem larva livre-natante, o desenvolvimento larval ocorre dentro da cápsula gelatinosa do ovo, preenchido por líquido. E mesmo as espécies que vivem em regiões mais secas, por exemplo os anuros encontrados na Caatinga, possuem comportamentos que evitam a dessecação, como enterrar-se durante a estação seca em partes mais profundas e úmidas do solo.

Fabio Colombini/Acervo do fotógrafo



◀ Casal de sapinhos-dourados em amplexo (postura de acasalamento) no folheto da mata. Medem cerca de 1,5 cm de comprimento.

Dante Fenolio/Getty Images



◀ Perereca-marsupial fêmea, com ovos abrigados no dorso. Mede cerca de 8 cm de comprimento.



✓ Sapo que ocorre na Caatinga (*Rhinella granulosa*), abrigado em fenda no fundo de açude seco. Mede cerca de 3 cm de comprimento.

Carlos Jared/Acervo do fotógrafo



## 1 Anfíbios: indicadores de qualidade ambiental

A maior diversidade de anfíbios ocorre nas florestas tropicais úmidas, onde o processo acelerado de desmatamento está gerando efeitos desastrosos em suas populações. Cientistas estimam que cerca de um terço das espécies conhecidas de anfíbios estão ameaçadas de extinção.

Os anfíbios são altamente sensíveis a alterações na qualidade do ar e da água, em especial sua contaminação por resíduos de inseticidas e fertilizantes e por drenagens de minerações. A presença de anfíbios deformados em algumas regiões do hemisfério Norte foi associada à contaminação de corpos de água por substâncias tóxicas, mesmo em níveis considerados baixos. Pesquisas em diferentes locais do Brasil revelaram ainda que algumas espécies também são suscetíveis a mudanças na estrutura da vegetação próxima aos corpos de água.

Nos últimos anos, os cientistas têm registrado um declínio das populações e a extinção de anfíbios em todo o mundo. O fenômeno atinge principalmente espécies mais exigentes, que vivem em *habitats* mais restritos.

Os anfíbios de distribuição mais restrita são considerados fundamentais para avaliar mudanças no ambiente, pois precisam, para sobreviver, de condições abióticas bem definidas, comportando-se como indicadoras de qualidade ambiental.

Os anfíbios têm sido usados como indicadores dos efeitos do aquecimento global, fenômeno caracterizado pelo aumento da temperatura média da Terra. Muitas espécies têm seu ciclo de vida afetado pelas mudanças climáticas decorrentes desse processo. Existem anuros, por exemplo, que dependem da formação de poças na época de chuvas para se reproduzir e secas mais prolongadas afetam a sua sobrevivência.

Outra consequência do aquecimento global é a proliferação de fungos parasitas de anfíbios.

Estudos indicam que o declínio de populações de anfíbios é um fenômeno global. Muitas espécies ainda pouco estudadas ou recém-descobertas pela Ciência já são classificadas como ameaçadas de extinção. Para chamar a atenção para o problema, 2008 foi declarado o “ano internacional dos anfíbios”, com ações de conscientização ao redor do mundo.

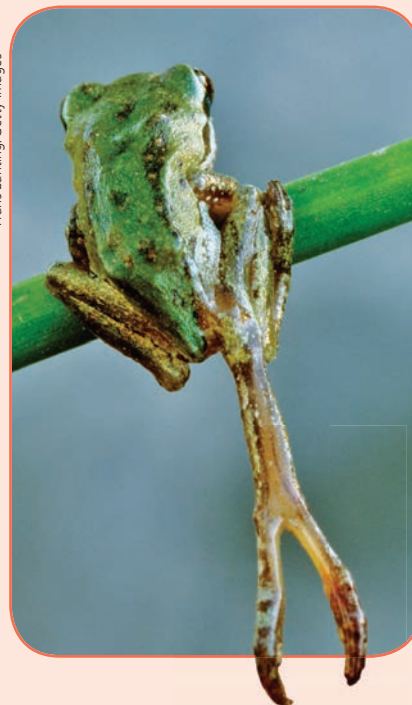
Fontes:

AmphibiaWeb. *Information on amphibian biology and conservation*. 2016. Berkeley, California: AmphibiaWeb. Disponível em: <<http://amphibiaweb.org/declines/declines.html>>.

HADDAD, C. F. B. Uma análise da lista brasileira de anfíbios ameaçados de extinção. *Livro vermelho da fauna brasileira ameaçada de extinção*. Brasília, DF: Ministério do Meio Ambiente; Fundação Biodiversitas, 2008. p. 287-295. Disponível em: <<http://www.icmbio.gov.br/portal/images/stories/biodiversidade/fauna-brasileira/livro-vermelho/volumell/Anfibios.pdf>>.

Acessos em: 19 abr. 2016.

Frans Lanting/Getty Images



< **Rã com deformidade na perna**, em decorrência da poluição da água no ambiente onde a população vive, nos Estados Unidos. Esta rã mede cerca de 4 cm de comprimento.

### DEPOIS DA LEITURA...

- Por que o declínio das populações de anfíbios e a elevada extinção de espécies desse grupo são fatos que preocupam os cientistas? Discuta esta questão com um colega e escrevam uma resposta, no caderno.
- Representem as principais ameaças ao grupo dos anfíbios na forma de um infográfico, unindo imagens e textos informativos curtos. Apresente-o para os colegas e analise os infográficos produzidos por eles.

a) As taxas elevadas de extinção dos anfíbios evidenciam o desequilíbrio ambiental que certamente afeta espécies de outros grupos. Como são indicadores ambientais, os prejuízos às suas populações podem ser mais evidentes do que em outras espécies.  
b) Resposta pessoal.



## 2 Galeria de peixes e anfíbios curiosos

### Cavalo-marinho

São pequenos peixes marinhos, cujo corpo tem uma forma que em nada lembra um peixe. O próprio nome, tanto o popular quanto o científico (*Hipocampus* sp.), deriva do aspecto de sua cabeça que lembra a de um cavalo.

Esses peixes, que nadam em posição vertical, reproduzem-se de forma peculiar: após a fecundação, que é interna, a fêmea coloca os ovos em uma bolsa que o macho possui no abdômen. Depois de aproximadamente dois meses, os jovens peixes saem da bolsa, já completamente formados.



AGE Fotostock/Grupo Keystone

^ **Cavalos-marinhos**, que medem cerca de 4 cm de comprimento.

### Peixe-voador

É um peixe marinho capaz de saltar fora da água e planar por certa distância, graças às suas nadadeiras peitorais muito desenvolvidas, lembrando asas. Esses peixes, apesar do nome, não voam ativamente, apenas planam.



Kevin Schaefer/Corbis/Latinstock

^ **Peixe-voador** (gênero *Exocoetus*) em vista dorsal, fotografado à noite durante o "voo", no litoral do México. Mede cerca de 15 cm de comprimento.

### Baiacu-de-espinho

É um peixe de água salgada, relativamente pequeno, com o corpo recoberto de espinhos. Pode inflar o corpo, tornando-se arredondado e volumoso, o que é capaz de afugentar eventuais predadores.



Hal Beral/Corbis/Latinstock

^ **Baiacu-de-espinho**, com cerca de 25 cm de comprimento.

### Poraquê

Este é o nome pelo qual é conhecido o peixe-elétrico na região Norte do Brasil, onde vive em rios geralmente rasos. Esse peixe possui órgãos elétricos, que são músculos modificados, capazes de descarregar correntes superiores a 200 volts, mecanismo que utiliza para captura de pequenos peixes e outros animais. Sinais elétricos de baixa voltagem são emitidos continuamente para a comunicação entre indivíduos da mesma espécie.

Os peixes-elétricos têm necessidade de vir à tona para respirar, pois são adaptados à respiração aérea, possuindo faringe ricamente vascularizada. Apesar de possuírem brânquias, morrem se não puderem obter ar na superfície da água.



Haroldo Palo Jr/Kino

^ **Poraquê** ou **peixe-elétrico**. Mede cerca de 90 cm de comprimento.

### Pirarucu

O pirarucu (*Arapaima gigas*), cujo *habitat* são os rios da Bacia Amazônica, é o maior peixe de água doce do mundo, podendo medir mais de 4 m de comprimento. A espécie está ameaçada de extinção, mas estão sendo feitas tentativas de reprodução em cativeiro. Os pirarucus são considerados "fósseis vivos", devido a características

consideradas primitivas entre os peixes ósseos, como a comunicação entre a bexiga natatória e o esôfago. Eles sobem até a superfície da água em intervalos de, aproximadamente, 20 minutos, e engolem o ar que será utilizado pela bexiga natatória como pulmão. Os indígenas da região utilizam a grande língua do pirarucu, que é dura e áspera, para ralar guaraná.



Fabio Colombini/  
Acervo do fotógrafo

^ **Pirarucu**, que pode atingir 4 m de comprimento.

### Perereca-de-vidro

Existem diversas espécies de pererecas, muitas delas que ocorrem no Brasil, popularmente conhecidas por esse nome pela sua pele quase transparente na região dorsal do corpo. É possível ver a vascularização da pele, os ossos e até o coração. Os órgãos digestórios ficam protegidos por uma camada de uma substância branca.

### Rã-de-cauda

Existem duas espécies dessa rã que, ao contrário dos outros anuros, se reproduzem por fecundação interna. Os machos possuem um órgão copulador, que corresponde a uma modificação da cloaca, e não a uma cauda. Por meio dessa estrutura, o macho introduz os espermatozoides na cloaca da fêmea.



Patrícia Fogden/Corbis/Latinstock

< **Perereca-de-vidro** em vista ventral, com pouco mais de 2 cm de comprimento.



Photo Researchers/Latinstock

^ Macho e fêmea de *Ascaphus truei*, uma das espécies de **rãs-de-cauda**, que vivem na América do Norte. Medem cerca de 4 cm de comprimento.

## DEPOIS DA LEITURA...

No estudo de uma espécie são reveladas diversas características curiosas. Escolha um peixe ou um anfíbio, não citado nesta leitura, e busque mais informações, em livros e *sites* de divulgação científica, a respeito de sua biologia. No caderno, faça um texto descrevendo-o. *Resposta pessoal.*



2. O exoesqueleto rígido dos artrópodes limita seu crescimento e deixa o corpo mais vulnerável na ocasião das mudas. Nos vertebrados, o padrão de crescimento é contínuo.

## Revedo e aplicando conceitos

1. Características gerais dos cordados: presença de notocorda, fendas branquiais (faringeas) e sistema nervoso dorsal.

1. Quais são as características que justificam a classificação de um pirarucu, uma arraia, uma ascídia e um gavião no mesmo filo?

2. Compare o endoesqueleto dos vertebrados com o exoesqueleto dos artrópodes, relacionando-os com o tamanho atingido por esses animais.

3. Cite duas características que permitam distinguir uma lampreia de uma feiteiceira, dois peixes ágnavos.

4. Das sentenças abaixo, selecione as incorretas e reescreva-as em seu caderno, tornando-as corretas.

4. a) Os osteíctes geralmente possuem opérculo.

a. Os osteíctes geralmente não possuem opérculo.

4. b) O tubarão não possui bexiga natatória.

b. O tubarão possui bexiga natatória.

4. c) Correto.

c. As cavidades nasais da maioria dos peixes não têm função respiratória.

4. d) A circulação nos peixes é simples.

d. A circulação dos peixes é dupla. 4. e) Não ocorre mistura de sangue no coração dos peixes; passa apenas sangue pobre em gás oxigênio.

e. No coração dos peixes, ocorre mistura de sangue rico em oxigênio com sangue pobre em oxigênio.

5. Nos elasmobrânquios, são observadas duas estruturas que não ocorrem nos osteíctes e nos ciclóstomos: válvulas espiraladas no intestino e cláspes. Dê a função dessas estruturas.

6. Relacione as estruturas mencionadas a seguir com certas funções do organismo de um sapo: glândulas paratoides, glândulas lacrimais e glândulas mucosas.

7. Compare as características de um girino com as de um sapo adulto, quanto à presença de cauda, presença de pernas, forma de respiração, ambiente em que vive e forma de locomoção.

8. Compare a circulação sanguínea em um peixe actinoptérico e em um sapo, considerando:

- tipos de sangue que passam pelo coração;
- mistura de sangue no coração; 8. Consulte o Manual.
- número de átrios e ventrículos no coração;
- estruturas em que ocorre a oxigenação do sangue.

9. Como você poderia fazer distinção entre um sapo, uma rã e uma perereca, baseando-se apenas nos caracteres morfológicos externos, observados na maioria das espécies de cada grupo? 9. Consulte o Manual.

10. O axolotle pertence a uma espécie de urodelo, a salamandra-tigre (*Ambystoma tigrinum*). Possui capacidade de reprodução, embora apresente características de larva. Em um experimento, uma pesquisadora distribuiu um grupo de larvas dessa espécie em dois tanques com água doce:

5. As válvulas espiraladas no intestino aumentam a superfície de absorção de nutrientes. O cláspes é o órgão copulador dos tubarões machos.

3. As lampreias possuem sexos separados, desenvolvimento indireto e vértebras rudimentares. As feiteiceiras são hermafroditas, com desenvolvimento direto e ausência de vértebras.

- tanque 1: temperatura baixa (simulando as condições naturais do habitat do axolotle);

- tanque 2: temperatura amena.

Após alguns meses, ela observou que os indivíduos do tanque 2 sofreram metamorfose, transformando-se em salamandras adultas, enquanto no tanque 1 todos permaneciam como axolotles.

Em outro experimento, as temperaturas dos tanques foram mantidas iguais (ambiente frio), porém, a água do tanque 2 recebia pequenas doses de um determinado hormônio. Os resultados foram idênticos aos do primeiro teste.

10. a) Condições ambientais podem influenciar o fenômeno da pedomorfose.

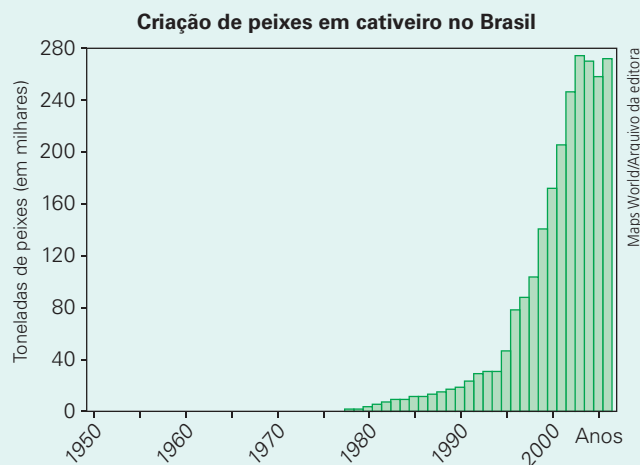
a. O que você pode concluir a partir desses experimentos? 10. b) Os anfíbios possuem pele nua, fina, úmida e permeável. Substâncias dissolvidas

b. Por que a aplicação de hormônio na água fez efeito no organismo dos axolotles? na água (como hormônios) são absorvidas e chegam à circulação sanguínea.

11. Os anuros que vivem nas florestas tropicais geralmente tornam-se mais ativos ao final da tarde e à noite, quando a temperatura está mais amena. Relacione esse fato com a regulação da temperatura corpórea em anfíbios. 11. Os anfíbios são animais ectotermos, ou seja, regulam sua temperatura corporal de acordo com a do ambiente.

## Trabalhando com gráficos

12. O Brasil é um dos principais exportadores de peixes do mundo, devido ao seu vasto litoral e extensas bacias hidrográficas. A criação de peixes de interesse comercial vem aumentando no país, conforme indicado no gráfico a seguir.



12. a) As populações naturais de peixes não são afetadas.

a. Cite uma vantagem desse aumento na produção de peixes em cativeiro, considerando aspectos ecológicos.

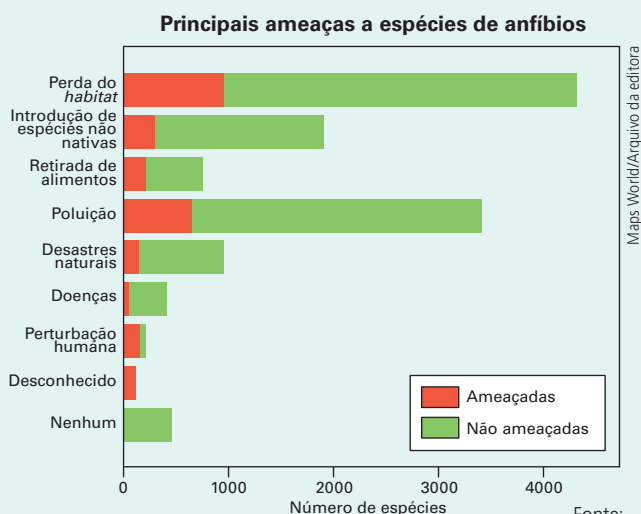
6. As glândulas paratoides produzem venenos que ficam na superfície da pele e atuam na defesa contra predadores. As glândulas lacrimais umedecem os olhos e as mucosas mantêm úmida a superfície da pele.



14. b) Preservar as populações naturais. Um programa de pesca responsável delimita e fiscaliza as áreas e as épocas em que a pesca é permitida, bem como as espécies pescadas.

**b.** O que é pesca predatória? Faça uma pesquisa sobre este tema e descubra algumas espécies ameaçadas por essa prática. 12. b) Consulte o Manual.

13. Considere que, para uma determinada região, foram detectadas as principais ameaças às populações nativas de anfíbios. Os dados obtidos foram representados em um gráfico como esse:



Na ocorrência de um desses fatores, algumas espécies correm o risco de serem ameaçadas (em verde), enquanto para outras espécies o declínio das populações já é realidade (em vermelho). Para tentar conservar a diversidade de anfíbios da região, que ações seriam mais urgentes? Justifique a resposta a partir da análise do gráfico.

13. Consulte o Manual.

## Ciência, Tecnologia e Sociedade

14. Em outubro de 2012, foi retirada uma tonelada de peixes mortos em praias do litoral Sul de São Paulo, em área de uma unidade de conservação marinha, a maior do país. Segundo investigações, é provável que os peixes tenham sido recolhidos por redes de arrasto para camarões e descartados por seu baixo valor comercial.



Peixes mortos em Peruíbe, 2012.

14. a) Área demarcada pelo governo com a finalidade de preservação ambiental. Existem diversos tipos de UC, que permitem diferentes tipos de intervenção no ambiente.

14. c) Os pescadores que praticam pesca predatória deveriam sofrer punições previstas por lei. O governo deve fiscalizar e aplicar as penalidades quando necessário.

Reúna-se com os colegas e discutam a respeito das seguintes questões:

a. O que é uma unidade de conservação?

b. Qual é a importância de se estabelecer um programa de pesca responsável no litoral brasileiro? Que cuidados seriam fundamentais em um programa assim?

c. Qual é a responsabilidade dos pescadores e do governo em casos como o relatado?

d. Qual é a responsabilidade dos consumidores em casos como o relatado?

e. Que cuidados um consumidor deve ter ao escolher um peixe, para evitar danos à sua saúde?

15. Considere as duas situações a seguir, que estão entre as ameaças à sobrevivência de certas espécies de anfíbios:

- comércio ilegal em *pet shops*, como acontece com os dendrobates, atraentes por suas cores, e com diversas salamandras; 15. Resposta pessoal.



Um dendrobate. O indivíduo da foto mede cerca de 3 cm de comprimento.

- anfíbios ameaçados por se acreditar que são animais perigosos, que atacam pessoas e as envenenam. É o que acontece com algumas espécies de sapos-de-chifre, que, ao contrário da crença popular, não produzem substâncias tóxicas para o ser humano.

Refleta sobre essas duas situações. Qual é a sua opinião sobre o comércio de animais silvestres? Você conhece alguma crendice relacionada a sapos? Converse com os colegas. Juntos, elaborem dois pequenos textos, um para cada situação, explicitando a opinião do grupo e esclarecendo as ameaças aos anfíbios que podem ser evitadas com informação e responsabilidade.

14. d) O consumidor consciente procura saber a origem do que está comprando, não estimulando, assim, ações como a pesca predatória.

14. e) Peixes adequados para consumo possuem olhos brilhantes, escamas firmes, ausência de odor forte, corpo firme, brânquias vermelhas.

## Questões do Enem e de vestibulares

**16.** (Unesp) “Cientistas ingleses disseram ter descoberto os restos de um dos primeiros tubarões. Os fósseis encontrados datam de 5 milhões de anos antes do que se acreditava. A impressão, a partir dos achados, é que os tubarões desta época não tinham mandíbulas.” 16. a) Ciclostomos ou ágnatos. A lampreia e a feiticeira são representantes atuais desse grupo.

O Estado de S. Paulo, 17 fev. 1998, p. A-12.

**a.** Qual é o grupo de vertebrados que não possuía mandíbulas e que, provavelmente, antecedeu os peixes? Cite um exemplo de animal desse grupo.

**b.** Qual a grande vantagem da aquisição de mandíbula pelos peixes? 16. b) A mandíbula (maxila) permite a captura de presas maiores e também pode ser usada na defesa contra predadores.

**17.** (Fuvest-SP) Um cientista, procurando identificar que sentidos são usados por piranhas para reconhecer e atacar presas, montou um experimento em que preparou aquários com esses peixes nas seguintes condições: 17. Consulte o Manual.

- o aquário I foi mantido iluminado e nele se introduziram presas vivas;
  - o aquário II ficou em total escuridão e também recebeu presas vivas;
  - o aquário III, iluminado, recebeu presas vivas envoltas por um recipiente impermeável, transparente e incolor.
- a.** Se a visão for o único sentido que faz a piranha reconhecer a presa, o que será observado nos três aquários?

**b.** O que será observado caso a piranha utilize apenas o olfato para reconhecer a presa?

**c.** Se as piranhas não predarem no aquário III, o que você pode concluir?

**18.** (Unicamp-SP) Uma dona de casa, querendo preparar uma caldeirada de frutos do mar, obteve uma receita que, além de vegetais e temperos, pedia a inclusão de cação, camarão, lagosta, mexilhão e lula. Ela nunca havia preparado a receita e não conhecia os animais. O filho explicou que esses animais eram: um peixe cartilaginoso (cação), crustáceos (camarão e lagosta) e moluscos (mexilhão e lula).

**a.** Indique duas características exclusivas dos moluscos que poderão permitir sua identificação pela dona de casa.

18. a) Os moluscos são invertebrados de corpo mole, sem segmentação ou apêndices articulados.

18. b) Os condrictes possuem boca em posição ventral e fendas branquiais; possuem reserva de óleo no fígado. Os osteictes possuem boca em posição anterior e opérculo; possuem bexiga natatória.

**b.** Ao comprar o peixe, a dona de casa não encontrou cação e comprou abadejo, que é um peixe ósseo. Além da diferença quanto ao tipo de esqueleto, indique outras duas diferenças que os peixes ósseos podem apresentar em comparação com os peixes cartilaginosos.

19. Venenos produzidos na pele. Defesa passiva, em que o veneno é liberado ▼

**19.** (UFJF-MG – mod.) Os anfíbios fazem parte do cardápio alimentar de um grande número de predadores. Qual é a principal estrutura de defesa dos anfíbios contra os predadores? Explique o funcionamento desse mecanismo de defesa.

► quando as glândulas são comprimidas por uma mordida do predador, por exemplo.

**20.** (Fuvest-SP) Nos últimos anos, tem aumentado o número de espécies de anfíbios em extinção, mesmo quando esses animais habitam áreas pouco exploradas, como as partes mais altas das montanhas.

**a.** Ovos ou embriões de certos anfíbios tornam-se inviáveis, quando o pH do meio é igual ou inferior a 5 ou quando há excesso de incidência de raios ultravioleta. Cite dois eventos decorrentes da atividade humana que contribuem diretamente para a intensificação desses fatores ambientais que determinam a mortalidade dos ovos e embriões.

**b.** O aquecimento global tem aumentado a incidência de uma doença de pele causada por fungos (micose) em sapos adultos. Que tipo de relação ecológica ocorre entre o fungo causador da micose e o sapo? Cite uma função vital diretamente afetada pelo comprometimento da pele do sapo. 20. b) Parasitismo. Respiração cutânea.

**21.** (Enem-2015) Os anfíbios representam o primeiro grupo de vertebrados que, evolutivamente, conquistou o ambiente terrestre. Apesar disso, a sobrevivência do grupo ainda permanece restrita a ambientes úmidos ou aquáticos, devido à manutenção de algumas características fisiológicas relacionadas à água. Uma das características a que o texto se refere é a

**a.** reprodução por viviparidade.

**b.** respiração pulmonar nos adultos.

**c.** regulação térmica por endotermia.

**d.** cobertura corporal delgada e altamente permeável. 21. d.

**e.** locomoção por membros anteriores e posteriores desenvolvidos.

20. a) A poluição do ar pode resultar em chuva ácida. Substâncias como CFC destroem a camada de ozônio, resultando em aumento da radiação ultravioleta na superfície da Terra.

# Répteis



## 1 Origem dos répteis

Os **répteis** surgiram há aproximadamente 300 milhões de anos, na Era Paleozoica, quando os vertebrados terrestres que dominavam a Terra eram os anfíbios, surgidos cerca de 50 milhões de anos antes.

Com o surgimento dos répteis, os anfíbios passaram a sofrer com a competição por território e alimento. Muitos grupos de anfíbios foram extintos, enquanto os répteis se diversificaram. A Era Mesozoica, que se iniciou há cerca de 210 milhões de anos, é conhecida pelos cientistas como a “Idade dos Répteis”.

Atualmente, os répteis estão representados por animais como os jacarés, os lagartos, as serpentes, as tartarugas e outros. Segundo evidências científicas, os répteis não formam um grupo monofilético, ou seja, não tendo surgido a partir de um único ancestral comum, mas de diversas linhagens.

O registro fóssil permite aos cientistas conhecer grupos de répteis que foram extintos ainda na Era Mesozoica, como os dinossauros e os pterossauros.

Vamos conhecer a seguir as principais características comuns aos animais conhecidos como répteis.

## 2 Répteis atuais e suas principais características

Os répteis atuais são animais muito conhecidos em nosso país: os quelônios (tartarugas, jabutis e cágados), os jacarés, os lagartos e as serpentes são répteis.

✓ **Jacaré** com cerca de 2 m de comprimento.

^ **Tartaruga-da-amazônia**, cuja carapaça mede cerca de 60 cm de comprimento.

^ **Lagarto** com cerca de 20 cm de comprimento.



^ Representação artística de um **dinossauro** quadrúpede, herbívoro, que chegava a medir cerca de 30 m de comprimento. A representação baseia-se no registro fóssil (principalmente no esqueleto) desse animal.



Haroldo Palo Jr/Kino



Fabio Colombini/Acervo do fotógrafo



Fabio Colombini/Acervo do fotógrafo





As tartarugas não cuidam dos seus ovos, que se desenvolvem recebendo o calor da areia onde são enterrados. A foto mostra uma **tartaruga, recém-nascida, perto de um ovo** medindo cerca de 4,5 cm de diâmetro.

Antigamente, os répteis eram agrupados em uma classe, cujo nome provém de “reptar”, que significa “rastejar”. Atualmente, o nome réptil não corresponde a uma classe, pois, como já comentamos, não se trata de um grupo monofilético. No entanto, embora não rastejem, no sentido exato do termo, os répteis andam com o corpo bem próximo ao substrato, pois possuem pernas relativamente curtas. As serpentes e os lagartos ápodes são os répteis que verdadeiramente rastejam, pela ausência de pernas, o que é considerado um caráter derivado, ou seja, eles descendem de ancestrais com pernas que “perderam” essas estruturas ao longo de sua evolução.

Ao contrário dos anfíbios, os répteis não dependem do ambiente aquático ou úmido para respirar e se reproduzir, pois apresentam fecundação interna e são animais de pele seca e respiração exclusivamente pulmonar.

Os pulmões dos répteis possuem número maior de divisões internas do que os dos anfíbios, mas ainda são mais simples do que os volumosos pulmões dos mamíferos.

Nos répteis, os machos possuem um órgão copulador que introduz os gametas masculinos na cloaca da fêmea.

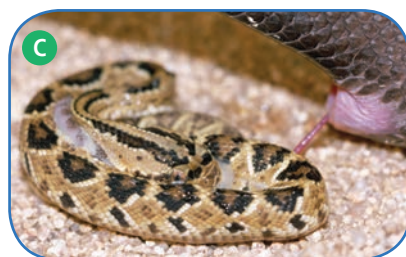
Após a fecundação, os ovos são depositados pelas fêmeas, geralmente em ninhos. Com exceção dos crocodilianos (grupo ao qual pertencem os crocodilos e os jacarés), não existem cuidados dos pais com os filhotes após a postura dos ovos. Os répteis são animais de **desenvolvimento direto**, ou seja, não apresentam estágios larvais.

Vamos considerar o exemplo das tartarugas: nas espécies marinhas, as fêmeas depositam os ovos na areia da praia e, nas de água doce, em bancos de areia nas margens dos rios. Em ambos os casos, cobrem os ovos cuidadosamente e os abandonam. As pequenas tartarugas, após a eclosão dos ovos, saem do ninho e dirigem-se para a água, ocasião em que a maioria é devorada por predadores.

A temperatura, a umidade e as concentrações de gás oxigênio e de gás carbônico são fatores que influem no desenvolvimento embrionário dos répteis ovíparos. Temperaturas muito altas ou muito baixas podem matar os embriões. A temperatura do ninho também é importante na determinação do sexo do embrião. Isso foi demonstrado para a maioria das espécies de tartarugas e crocodilianos, mas existem exceções.

Assim, alterações nas condições ambientais, mesmo pequenas, podem ter efeitos prejudiciais no desenvolvimento de embriões de répteis ovíparos. No caso das tartarugas marinhas, por exemplo, ao sair dos ovos os filhotes orientam-se pela luz da lua para chegar ao mar. Em praias com iluminação artificial, onde ocorrem desovas de tartarugas, centenas de filhotes morrem, pois se dirigem para o sentido contrário do mar, em direção aos postes de luz.

Alguns lagartos e algumas serpentes são vivíparos, fazendo exceção à regra geral para os répteis.



As fotografias **A**, **B** e **C** mostram em sequência o **nascimento de um filhote de serpente vivípara**. O adulto mede entre 0,5 m e 1 m de comprimento.

A maioria dos répteis é de animais de sexos separados. No entanto, há exceções, como a serpente hermafrodita *Bothrops insularis*, conhecida popularmente por jararaca-ilhoa. Essa espécie, mostrada na fotografia ao lado, é endêmica na Ilha da Queimada Grande, no litoral de São Paulo.

Os ovos dos vertebrados ovíparos terrestres (répteis e aves) diferem dos ovos dos vertebrados aquáticos (peixes) e dos que, embora adultos terrestres, reproduzem-se na água (anfíbios).

Nos répteis ovíparos, os óvulos fecundados recebem, no oviduto, o material nutritivo e a casca de material calcário ou pergamináceo. A casca evita a perda de água, protegendo o embrião contra uma desidratação fatal, embora permita a troca gasosa necessária à sua respiração.

Além da casca, os ovos dos répteis possuem **anexos embrionários** que garantem a proteção e a nutrição do embrião.

Ovos grandes, ricos em material nutritivo, resistentes e permeáveis aos gases respiratórios, foram características de grande importância para a conquista do ambiente terrestre pelos vertebrados ovíparos (répteis e aves). Existem evidências de que a viviparidade em répteis seja uma característica que surgiu posteriormente na evolução de alguns grupos.

O **ânio** é um desses anexos embrionários, ausente nos anfíbios e nos peixes. Constitui-se de uma membrana que delimita uma cavidade preenchida pelo **líquido amniótico**, em que está o embrião. Todos os vertebrados necessitam de um meio aquático para o seu desenvolvimento embrionário. Com a presença de ânio, o embrião desenvolve-se no ambiente terrestre, dentro do ovo (ou dentro do organismo materno, no caso das espécies vivíparas), embora em contato com um meio aquoso. Répteis, aves e mamíferos são chamados **amniotas**, em razão da presença dessa estrutura.

Ao contrário dos anfíbios, que possuem pele fina, muito irrigada e rica em glândulas mucosas, a pele dos répteis é seca, protegida por escamas de origem epidérmica ou placas ósseas de origem dérmica, não possuindo glândulas mucosas. Com essas características a pele não permite trocas gasosas, ou seja, nos répteis não há respiração cutânea, apenas pulmonar. Além disso, impede a dessecação, o que possibilita a esses animais exporem-se ao sol em alguns períodos do dia sem perder muita água por evaporação. Com esse comportamento, aquecem-se e conseguem manter a temperatura corpórea em níveis adequados ao metabolismo. Animais como os répteis, que se valem do ambiente externo para obter calor, são chamados **ectotermos**.

As fontes externas de calor utilizadas pelos répteis são, principalmente, a energia do sol e as superfícies aquecidas do solo. Para evitar o aumento excessivo de sua temperatura interna, os répteis terrestres geralmente procuram lugares sombreados, de temperatura mais amena.

Como os répteis são animais que podem sofrer variação de temperatura do corpo, são considerados **pecilotermos**, termo apresentado no capítulo anterior. Os répteis são, portanto, ectotermos e pecilotermos.

Os peixes e os anfíbios também são ectotermos e pecilotermos.



^ **Jararaca-ilhoa**, uma serpente hermafrodita. Mede cerca de 1,2 m de comprimento.

Os anexos embrionários são estudados com mais detalhes no volume 1 desta coleção, na parte que trata da embriologia dos vertebrados. Veja no Manual mais informações a respeito dos amniotas.



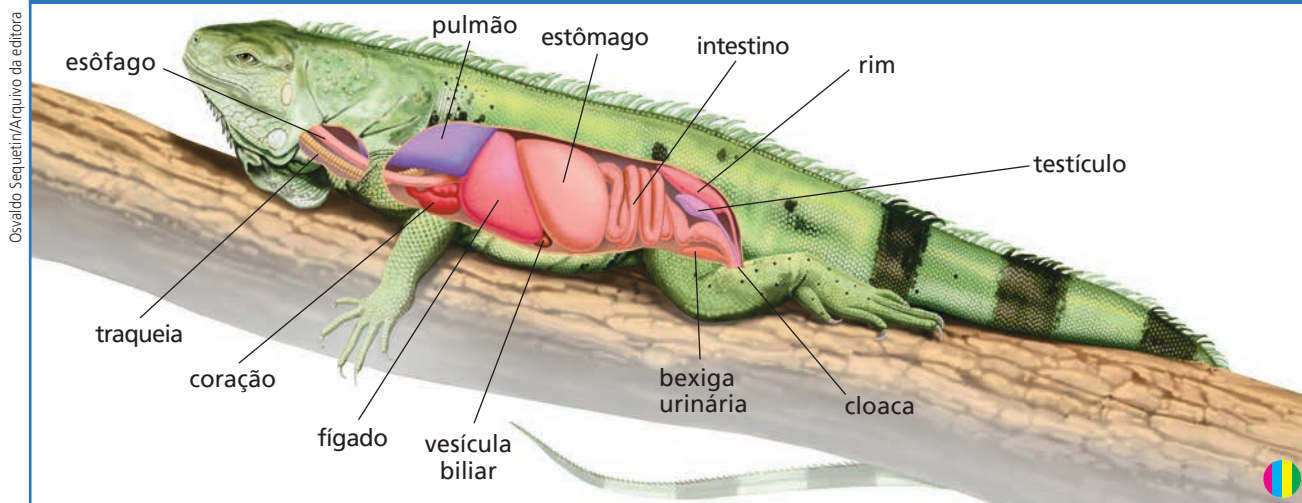
^ **Lagarto aquecendo-se ao sol**. Mede cerca de 25 cm de comprimento.



### 3 Anatomia e fisiologia dos répteis

Veja na ilustração a seguir a localização dos órgãos internos de um réptil, o iguana.

#### Órgãos internos de um iguana



Esquema ilustrando **órgãos internos de réptil**, o iguana. O indivíduo representado é macho.

Os répteis possuem sistema digestório com intestino terminando em **cloaca**, uma abertura na qual terminam os sistemas digestório, genital e excretor.

Os répteis eliminam as excretas nitrogenadas, que são resíduos da degradação de proteínas e ácidos nucleicos, na forma de **ácido úrico**.

Os outros compostos nitrogenados eliminados pelos vertebrados são a amônia e a ureia. Esses compostos possuem diferentes graus de solubilidade em água e de toxicidade.

A amônia é uma substância muito tóxica para o organismo e com alta solubilidade em água. Diversos animais aquáticos, como alguns grupos de peixes e certas espécies de anfíbios, excretam amônia.

O ácido úrico é o composto nitrogenado com menor grau de toxicidade e insolúvel em água, sendo eliminado em forma pastosa. A excreção de ácido úrico é interpretada como adaptação à vida no meio terrestre, pois não exige água para sua eliminação, podendo até ser armazenado no interior de ovos, sem prejuízos para o embrião.

A ureia possui propriedades intermediárias entre a amônia e o ácido úrico. Acompanhe na tabela abaixo a ocorrência dessas formas de excreção entre os vertebrados.

| Classificação dos vertebrados de acordo com a excreta nitrogenada produzida |                                                                   |                           |
|-----------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------|---------------------------|
| Animais amoniotéticos                                                       | Animais ureotéticos                                               | Animais uricotéticos      |
| Peixes ósseos<br>Girinos (anfíbios)                                         | Anfíbios adultos<br>(maioria das espécies)<br>Mamíferos (maioria) | Aves<br>Répteis (maioria) |

Quanto ao sistema cardiovascular, o coração dos répteis, com exceção dos crocodilianos, possui dois átrios e um ventrículo.

O esquema da página seguinte foi baseado no coração de quelônios, como o jabuti, servindo de modelo para os outros répteis. No grupo dos crocodilianos, entretanto, há separação completa das cavidades do coração, além de outras diferenças anatômicas no sistema cardiovascular.



**PENSE E RESPONDA**

Explique, no caderno, a vantagem evolutiva da excreção de ácido úrico pelos répteis, considerando seus hábitos de vida.

O ácido úrico, por ser pouco solúvel, é excretado em forma pastosa, o que reduz a perda de água pelo organismo. Como possuem hábito terrestre, a eliminação de maior volume de água com as excretas demandaria a ingestão de água ao longo do dia e a dependência de viver em ambientes úmidos.

O ácido úrico é armazenado na alantoide do ovo dos répteis e não causa prejuízos ao desenvolvimento do embrião, pois além do isolamento na alantoide, é uma substância pouco tóxica.



Da mesma forma que ocorre nos anfíbios, o átrio direito recebe sangue pobre em gás oxigênio ( $O_2$ ), o átrio esquerdo recebe sangue rico em oxigênio e há possibilidade de pequena mistura de sangue no ventrículo.

Assim, a circulação é **dupla** porque o sangue passa duas vezes pelo coração em uma volta completa pelo corpo, vindo dos diversos tecidos do corpo (grande circulação) e dos pulmões (pequena circulação); é **incompleta** porque, no ventrículo, uma pequena quantidade de sangue pobre em oxigênio, que vem do átrio direito, mistura-se ao sangue oxigenado, que vem do átrio esquerdo.

O ventrículo dos répteis apresenta um septo incompleto que o divide parcialmente em dois, sem impedir totalmente a mistura de sangue.

Nos crocodilianos, não ocorre mistura de sangue pobre e rico em gás oxigênio no coração, pois a separação entre os ventrículos é completa. Em determinadas situações de maior exigência de oxigenação das células, como em um mergulho, pode passar sangue oxigenado do tronco direito para o esquerdo, através de uma comunicação existente entre os dois, denominada forame de panizza, uma característica dos crocodilianos.

## 4 Grupos atuais de répteis

Vamos conhecer quatro grupos de répteis atuais: quelônios, crocodilianos, rincocéfalos e escamosos.

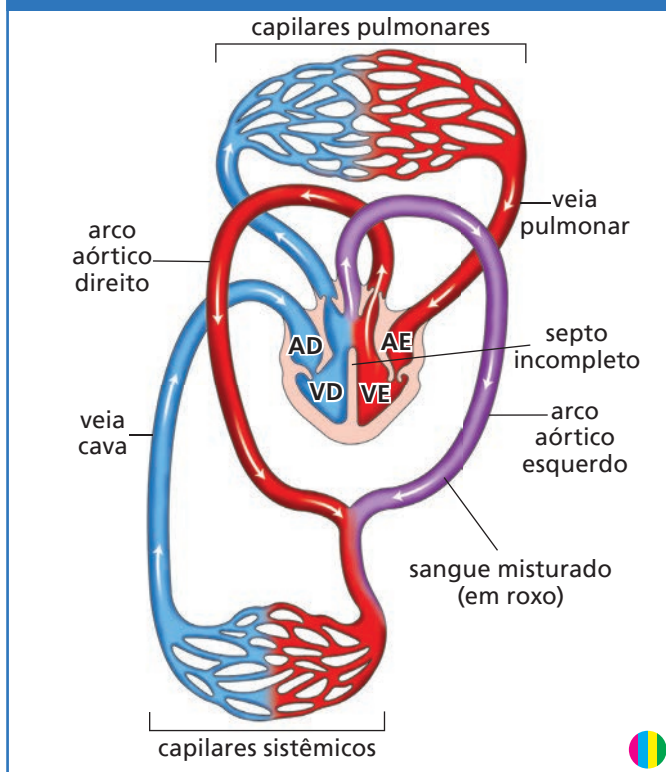
### 4.1 Quelônios

Também conhecidos por testudíneos, são representados pelas **tartarugas**, pelos **cágados** e pelos **jabutis**.

Jabutis apresentam corpo arredondado e pernas de formato aproximadamente cilíndrico, bem adaptadas ao deslocamento sobre o solo.

Os cágados e as tartarugas vivem no ambiente aquático e possuem corpo mais achatado do que o dos jabutis, com pernas cujo formato lembra um remo. Os cágados vivem em água doce; entre as tartarugas, a maioria das espécies é marinha, mas existem também espécies de água doce.

### Circulação em répteis (exceto crocodilianos)



Esquema simplificado representando a **circulação sanguínea em um lagarto**. A cor azul simboliza o sangue pobre em gás oxigênio e a cor vermelha, o sangue rico em gás oxigênio. O coração está representado em corte, mostrando suas câmaras internas: átrios direito (AD) e esquerdo (AE) e ventrículos direito (VD) e esquerdo (VE).

Corel/Arquivo da editora



Tartaruga marinha conhecida como **tartaruga-de-pente**, cuja carapaça mede cerca de 80 cm de comprimento.

Fábio Colombini/Arquivo do fotógrafo



^ **Cágado**, que mede cerca de 30 cm de comprimento.





↗ Casal de **jabutis em cópula**. A carapaça do jabuti mede cerca de 35 cm de comprimento.



↗ **Crocodilo-do-nilo**, que mede cerca de 3,5 m de comprimento.



↗ **Jacaré-de-papo-amarelo**, que mede cerca de 2 m de comprimento.

Os quelônios possuem placas ósseas que se unem, formando uma **carapaça** no dorso e um **plastrão** ventral. Esse plastrão apresenta uma concavidade nos machos, relacionada à cópula, já que são animais de fecundação interna. A carapaça e o plastrão são recobertos por placas (ou escudos) epidérmicas.

Nos quelônios terrestres, no período em que estão recolhidos dentro da carapaça, ocorre apneia, ou seja, eles não respiram. Nas tartarugas aquáticas, essa situação ocorre também durante o mergulho. Esses animais apresentam mecanismos em seu sistema circulatório que permitem uma distribuição de sangue mais eficiente durante a apneia, processo que pode durar longos intervalos de tempo. A apneia também ocorre durante o mergulho nos crocodilianos, mas os mecanismos envolvidos são diferentes.

## 4.2 Crocodilianos

São répteis crocodilianos os **jacarés**, os **crocodilos**, os **aligátors** e os **gaviais**. São animais dotados de pernas curtas, mas que lhes permitem bom deslocamento sobre o solo, podendo até galopar, em determinadas situações. Apesar disso, podem ser considerados animais semiaquáticos, pois quando não estão dentro da água estão próximos a ela.

Os crocodilianos possuem escamas e placas ósseas na pele.

Os jacarés e aligátors pertencem à mesma família e são animais que habitam águas doces. Os aligátors são encontrados no hemisfério Norte, nos Estados Unidos e na China; os jacarés são encontrados principalmente na América do Sul.

Os crocodilos podem ser encontrados no mar e em águas salobras, principalmente na Austrália, África e Índia. O “focinho” do crocodilo é relativamente mais estreito e pontudo que o do jacaré e do aligátor, que é mais largo e arredondado. Essas observações são gerais, existindo exceções entre espécies de jacarés e de crocodilos.

Alguns crocodilos chegam a 7 m de comprimento, sendo, portanto, os maiores répteis conhecidos atualmente. Os jacarés também podem atingir tamanhos consideráveis, os maiores descritos com cerca de 5 m. É o caso do maior jacaré sul-americano, encontrado nos rios da Amazônia, conhecido por jacaré-açu ou jacaré-negro, da espécie *Melanosuchus niger*.

↗ O **jacaré-açu** (*Melanosuchus niger*) pode medir cerca de 5 m de comprimento.



Em rios da Índia e do Paquistão vive a única espécie conhecida de gavial, que pode atingir cerca de 5 m de comprimento.

O gavial é fácil de ser reconhecido, pelo “focinho” muito fino e alongado, a tal ponto que o animal morde as presas de lado. Ele se alimenta principalmente de peixes e de carcaças de animais mortos que encontra no rio.

### 4.3 Rincocéfalos

São representados por duas espécies do gênero *Sphenodon*, conhecidas por **tuataras**. Trata-se de um animal com algumas características que, segundo evidências fósseis, estavam presentes nos répteis primitivos, como uma linha de escamas eréteis dorsais.

A tuatara é encontrada somente nas ilhas da Nova Zelândia. Os animais desse grupo são de sexos separados, a fecundação é interna, embora o macho não possua pênis. A cópula se dá por justaposição e compressão das aberturas genitais, provocando a passagem do esperma para o oviduto da fêmea.

### 4.4 Escamosos

Como diz o nome, são os répteis que possuem escamas revestindo o corpo. As escamas epidérmicas desses répteis não são homólogas às escamas dos peixes, pois suas origens embrionárias são distintas.

Como os répteis em geral, os escamosos possuem cloaca, mas ao contrário dos demais répteis, nos escamosos a cloaca se abre para fora do corpo em uma fenda transversal.

Vamos considerar três grupos de répteis escamosos: o dos **lacertílios**, o das **anfíbenas** e o dos **ofídios**.

#### Lacertílios

Lacertílios são os animais genericamente conhecidos por **lagartos**, incluindo-se aqui os iguanas, os teiús, os camaleões e as lagartixas, além dos lagartos propriamente ditos.



Jeffrey W. Lang/Latinstock

^ O **gavial** pode ultrapassar 4 m de comprimento.



Gerhard Egger/Corbis/Latinstock

^ **Tuatara**, réptil que vive em ilhas próximas à costa da Nova Zelândia. Seu comprimento médio é de 30 cm.



Fabio Colombini/Acervo do fotógrafo

^ **Lagartixa**, que mede cerca de 10 cm de comprimento. As lagartixas possuem a capacidade de caminhar e aderir a superfícies lisas, até mesmo em tetos.

< **Iguana-verde** ou **sinimbu** (*Iguana iguana*). A espécie ocorre desde o México até o norte da América do Sul. Os indivíduos medem cerca de 1,5 m de comprimento e podem ser acinzentados, esverdeados ou alaranjados. Na época reprodutiva, os machos adquirem cores vivas que atraem as fêmeas.

John Giustina/Corbis/Latinstock





Um dos mais curiosos lacertílios é o **camaleão**, animal capaz de mudar rapidamente a cor de seu corpo, de maneira a torná-la semelhante à cor do ambiente. Dessa forma, dificilmente é visto por predadores e presas.

Os verdadeiros camaleões são representados por algumas espécies, sendo que nenhuma delas ocorre no Brasil. São naturais da Europa, África e Ásia. No entanto, alguns lagartos brasileiros, principalmente os iguanas, são parecidos com eles e também possuem a capacidade de mudança de cor. São, por isso, popularmente conhecidos por camaleões, provavelmente por assim terem sido chamados pelos primeiros portugueses chegados ao Brasil, que conheciam os verdadeiros.

Um grupo curioso de lacertílios é o dos lagartos ápodes, isto é, lagartos que não possuem pernas ou elas são muito reduzidas. Eles parecem serpentes e, por isso, são conhecidos como **cobras-de-vidro**.

^ **Camaleão** (gênero *Chamaeleo*). Possui a capacidade de variar os tons de sua cor básica pela atuação de células da pele que contêm os pigmentos. Sua visão é estereoscópica: cada olho pode se voltar para um lado diferente, ao mesmo tempo. Tem hábito arborícola e mede cerca de 30 cm de comprimento.



^ **Lagarto ápode** conhecido como **cobra-de-vidro**; mede cerca de 20 cm de comprimento. No detalhe, seus membros posteriores, que são atrofiados.



#### CURIOSIDADE

Entre os lacertílios, um único gênero, *Heloderma*, abriga duas espécies venenosas, conhecidas como monstro-de-gila ou simplesmente gila. Medem cerca de 35 cm de comprimento e vivem no sul dos Estados Unidos e no México. O veneno, muito potente, entra no organismo da vítima pela mordida do gila. É um animal ameaçado de extinção, principalmente pela destruição de seu *habitat*.



#### Determinação do sexo em quelônios, crocodilianos e lacertílios

Nos ninhos de tartarugas, temperaturas menores determinam a formação de machos e temperaturas um pouco mais elevadas determinam a formação de fêmeas. O contrário é observado nos crocodilianos e lagartos, em que a temperatura mais alta está relacionada ao desenvolvimento de machos. Assim, a formação de machos e fêmeas pode variar de acordo com o local do ninho – caso construído em local sombreado ou iluminado –, ou com a época da postura dos ovos. A temperatura também pode variar de acordo com a profundidade do ninho; existem espécies que constroem ninhos com duas camadas, uma mais profunda separada de outra superficial, de onde eclodem machos e fêmeas, respectivamente.



^ **Lagartos eclodindo dos ovos**, que medem cerca de 2,5 cm de diâmetro.

De Agostini Picture Library/Getty Images

Fotos: Giuseppe Puorto/Arquivo do fotógrafo



## Anfisbenas

São escamosos conhecidos popularmente por cobra-de-duas-cabeças, sem pernas e com as duas extremidades do corpo arredondadas. Possuem olhos reduzidos ou ausentes, dependendo da espécie. Vivem em galerias subterrâneas que escavam nos solos. Observe ao lado a fotografia de uma anfisbena.

## Ofídios

São as **serpentes** verdadeiras. Como você sabe, as serpentes têm o corpo coberto por escamas e são animais ápodes, que rastejam e percebem vibrações do solo de forma muito eficiente através da pele. Elas não detectam essas vibrações pela audição; mesmo possuindo aparelho auditivo, as serpentes, ao contrário dos répteis em geral, não apresentam a membrana do tímpano nem a cavidade da orelha média (ouvido médio).

Nas serpentes, os órgãos pares, como os rins, não são paralelos. Quanto aos pulmões, um é atrofiado e o outro se desenvolve, sendo muito alongado. Essa característica é interpretada como adaptação ao corpo extremamente alongado.

As serpentes são animais predadores e, embora possuam dentes, não os usam para mastigar alimentos. Elas ingerem suas presas inteiras, mesmo que tenham diâmetro maior que o de seu próprio corpo. Isso é possível devido a algumas características das serpentes, entre as quais a ausência do osso esterno, que possibilita o aumento de volume corpóreo graças ao afastamento das costelas e à grande elasticidade das paredes do corpo. Outra característica é o fato de as duas metades da mandíbula (as maxilas) não serem fundidas, o que permite a abertura lateral da boca em um ângulo de quase 180°.



Gregory G. Dimijian/Photo Researchers/Latinstock

^ A **anfisbena** ou **cobra-de-duas-cabeças** mede cerca de 25 cm de comprimento.



Minden Pictures/Latinstock

^ Veja a **abertura da boca da serpente** ao ingerir uma perereca. Esta serpente, da espécie *Pliocercus euryzonos*, mede cerca de 60 cm de comprimento.

< Na **serpente**, as maxilas não são fundidas e podem deslocar-se para trás e para as laterais, o que permite a ingestão de presas grandes em relação ao tamanho da serpente. Observe a ausência de pernas e do osso esterno, características das serpentes. Este esqueleto é de uma cascavel.



Animais/Grupo Keystone

Sendo as serpentes animais vertebrados, é correto dizer que os acidentes ofídicos são causados por mordidas desses répteis. No entanto, o termo “picada” também pode ser usado, pois os dentes pontiagudos perfuram a pele. Saiba mais no site do Centro Virtual de Toxicologia da Unesp, disponível em: <[http://www.cevap.org.br/Cont\\_Default.aspx?cont=EMES](http://www.cevap.org.br/Cont_Default.aspx?cont=EMES)>. Acesso em: 25 maio 2016.

As serpentes podem ser **peçonhentas** e **não peçonhentas**. As peçonhentas possuem glândulas salivares modificadas em glândulas produtoras de veneno, e são capazes de injetá-lo em suas presas, por meio de dentes inoculadores. As serpentes não peçonhentas não possuem dentes inoculadores, sendo, assim, incapazes de inocular o veneno, mesmo que o produzam. Quanto à dentição, essas serpentes geralmente são áglifas: os dentes são aproximadamente iguais entre si, não existindo dentes inoculadores. É o caso, por exemplo, da jiboia, da caninana e da sucureia. No entanto, algumas serpentes são consideradas não peçonhentas pela dificuldade ou quase impossibilidade de injetar o veneno, pois seus dentes inoculadores são pequenos e situam-se no fundo da boca, no final da arcada dentária. Essas serpentes são chamadas **opistóglifas**. É o caso, por exemplo, das falsas-coraí, da muçurana e da cobra-verde.

Entre as serpentes não peçonhentas mais conhecidas estão a jiboia e a sucureia ou sucureijú, que ocorrem no Brasil, e as pítons. Essas serpentes matam suas presas por constrição, enrolando-se e comprimindo o corpo do animal capturado.

Nas corais-verdadeiras, a dentição é chamada **proteróglifa**, pois os pequenos dentes inoculadores de veneno são de localização anterior na boca. Já nos crocotalíneos a dentição é a **solenóglifa**, caracterizada por dentes inoculadores bem desenvolvidos, móveis, de localização anterior na boca e com um canal interno.

A identificação das serpentes peçonhentas é de grande importância como medida preventiva contra mordidas, que podem ser muito graves e até fatais. De qualquer forma, o mais aconselhável é manter distância, sempre!

A tarefa de identificação, no entanto, nem sempre é fácil, pois as exceções são numerosas, com relação às diversas características das serpentes peçonhentas.



Fabio Colombini/Acervo do fotógrafo

➤ **Jiboia**, uma serpente áglifa. Mede cerca de 1,8 m de comprimento.

➤ Compare os esquemas de uma **serpente áglifa** e uma **opistóglifa**, em relação à presença e localização dos dentes inoculadores de veneno.

Veja comentários a respeito das serpentes peçonhentas no Manual.

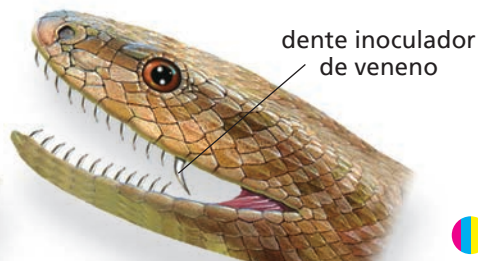
➤ Serpente com **dentição solenóglifa**. Seus dentes possuem um canal interno (*solen[o]* = tubo, canal), por onde o veneno passa ao ser injetado na presa.

### Dentição de serpentes não peçonhentas

Esquema de serpente áglifa



Esquema de serpente opistóglifa



dente inoculador de veneno

As figuras estão representadas em diferentes escalas.

Oswaldo Sequeitin/Arquivo da editora

Corbis/Stock Photos





## As serpentes peçonhentas brasileiras

Algumas características podem ajudar a identificar as **serpentes peçonhentas** encontradas no Brasil, que totalizam cerca de 70 espécies conhecidas e descritas. Elas distribuem-se por dois grupos:

- **crotalíneos** – responsáveis pela quase totalidade dos casos de acidentes ofídicos: cerca de 99%;
- **elapíneos** – responsáveis, aproximadamente, por apenas 1% dos casos, geralmente muito graves.

Os crotalíneos possuem cabeça triangular, com escamas pequenas, fosseta loreal e grandes dentes inoculadores de veneno situados na porção anterior da boca. A **fosseta loreal** é uma cavidade entre as narinas e os olhos. Com ela, a serpente pode perceber o calor proveniente dos diversos animais dos quais se alimenta.

A cauda dos crotalíneos é relativamente curta, bem diferenciada do restante do corpo, apresentando diferenças nos três gêneros: *Bothrops*, *Crotalus* e *Lachesis* (veja, ao lado, esquemas em cores fantasia).

*Bothrops* é o gênero ao qual pertencem a jararaca, a jararacuçu, a urutu, a cotiara e a jararaca-pintada. Essas serpentes medem cerca de 1 m de comprimento e possuem cauda terminando em extremidade lisa.

As serpentes do gênero *Bothrops* são responsáveis por cerca de 90% dos casos registrados de mordida, segundo dados do Instituto Butantan.

As serpentes venenosas vivem sobre o solo, mas existem exceções: a jararaca-cinzenta e a jararaca-ilhoa, pertencentes ao gênero *Bothrops*, são espécies que sobem em árvores.

*Crotalus* é o gênero formado por uma única espécie conhecida popularmente como cascavel, serpente cuja cauda termina com um guizo. A cascavel tem, em média, 1,2 m de comprimento. A cascavel responde por aproximadamente 8% dos casos de mordidas de serpentes venenosas no Brasil.

Dois sinônimos de guizo são chocalho e cascavel. Este último, embora o menos usado, foi o que deu origem ao nome popular das serpentes do gênero *Crotalus*.

O gênero *Lachesis* tem uma única espécie brasileira, que vive na Floresta Amazônica e na Mata Atlântica: a surucucu, cujo nome científico é *Lachesis muta*. É a maior serpente peçonhenta do Brasil, chegando a mais de 4 m de comprimento. É responsável por aproximadamente 1,5% dos casos de mordida por serpente peçonhenta. Sua cauda termina de forma lisa, mas suas escamas são arrepiadas.

Enquanto as surucucus ocorrem na região Norte (Floresta Amazônica) e na região Sudeste (parte da Mata Atlântica), as serpentes do gênero *Bothrops* ocorrem principalmente nas regiões Sul e Sudeste.

**SUGESTÃO  
DE ATIVIDADE**



**RECORDE-SE**

### Acidentes ofídicos

São assim chamados os acidentes causados por serpentes. A intoxicação pelo veneno de serpentes é também chamada ofidismo.

### Jararaca



Foto: Corei; Ilustração: Osvaldo Sequeitin/Arquivo da editora

### Cascavel



Foto: Photoshot/Grupo Keystone; Ilustração: Osvaldo Sequeitin/Arquivo da editora

### Surucucu



Foto: Fabio Colombini/Acervo do fotógrafo; Ilustração: Osvaldo Sequeitin/Arquivo da editora

Haroldo Palo Jr/Kino



^ **Coral-verdadeira**, que mede cerca de 80 cm de comprimento.

O grupo dos elapíneos é representado pelas serpentes do gênero *Micrurus*, conhecidas popularmente por corais-verdadeiras, representadas por cerca de 30 espécies. Os acidentes com corais-verdadeiras são raros, correspondendo a menos de 1% dos casos de mordida por serpentes peçonhentas.

Quase todas as corais-verdadeiras possuem anéis vermelhos no corpo, geralmente alternados com anéis pretos e esbranquiçados.

Há diversas espécies de serpentes não venenosas parecidas com as corais-verdadeiras, mas pertencentes a outros gêneros e a outros grupos. A distinção entre elas, no entanto, não é muito fácil, pois se assemelham quanto à cor, à forma da cabeça (arredondada), às escamas (lisas e brilhantes no corpo, grandes na cabeça), à ausência de fosseta loreal.

A característica indiscutível de uma coral-verdadeira é a presença de dois pequenos dentes inoculadores de veneno, situados na parte anterior da boca, no maxilar superior. As falsas-corais possuem dentes de veneno localizados na parte posterior da maxila, sendo pouco eficientes na inoculação desse veneno.

## Ação do veneno e como evitar acidentes com serpentes peçonhentas

Embora os venenos das diferentes serpentes produzam efeitos específicos, podemos considerar dois tipos de efeitos: ação local e ação geral.

A ação local caracteriza-se por forte dor na região da mordida, podendo causar necrose dos tecidos próximos. A ação geral ocorre quando o veneno, levado pelo sangue, afeta o sistema nervoso e, em consequência, outros sistemas. Duas funções que costumam ser logo afetadas pelo veneno são a circulação e a respiração.

As recomendações dadas a seguir foram baseadas em publicações do Instituto Butantan, de São Paulo (SP):

- Geralmente, as serpentes mordem do joelho para baixo. O uso de botas de cano alto evita até 80% dos acidentes; botinas e sapatos evitam até 50% dos acidentes. Mas antes de calçá-los, verifique se dentro deles não há serpentes, aranhas ou outros animais peçonhentos.
- Proteja as mãos. Muitas vezes, as picadas atingem as mãos ou antebraços. Não enfie as mãos em tocas, cupinzeiros, ocos de troncos etc. Use luvas de aparas de couro para remexer em montes de lixo, folhas secas, buracos, lenha ou palha. Use um pedaço de pau para afastar galhos.
- Serpentes geralmente se abrigam em locais quentes, escuros e úmidos. Cuidado ao mexer nesses lugares.
- Onde existem ratos, é maior a chance de encontrar serpentes, pois a maioria delas se alimenta de roedores. Mantenha sempre limpos os terrenos, os quintais, os terreiros, os paióis e as plantações.
- Preserve animais como emas, seriemas, gaviões, gambás e a cobra murçurana, que são predadores naturais das serpentes peçonhentas.
- Evite desmatamentos e queimadas, que, além de destruir ecossistemas, provocam mudanças de hábitos dos animais, que podem se refugiar em paióis, celeiros ou mesmo dentro das casas.
- Não mate serpentes simplesmente porque estão vivas. Elas mantêm o equilíbrio natural, participando de teias alimentares.

DIVULGAÇÃO PNLD

Fábio Colombini/Arquivo do fotógrafo



^ **Falsa-coral**, que mede cerca de 70 cm de comprimento. Essa serpente não é peçonhenta.



### CURIOSIDADE

O Instituto Butantan é um centro de pesquisa biomédica e abriga também um hospital, museus e laboratórios de produção de soros e vacinas. Conheça mais a respeito desse Instituto no site: <[www.butantan.gov.br](http://www.butantan.gov.br)>. Acesso em: 13 abr. 2016.

## O que fazer em caso de acidente por serpente peçonhenta

Veja a seguir as principais recomendações do Ministério da Saúde e do Instituto Butantan:

- Não se deve amarrar ou fazer torniquete (para isolar o veneno na região atingida). O garrote impede a circulação do sangue, podendo produzir necrose ou gangrena. O sangue deve circular normalmente. Também não se deve colocar, na picada, folhas, pó de café, terra, fezes, pois podem provocar infecção.
- Não se deve cortar o local da picada. Alguns venenos podem provocar hemorragias e o corte pode sofrer infecções.
- Não se deve dar querosene, álcool, urina ou outras substâncias para o acidentado ingerir, pois além de não ajudarem, podem causar intoxicação.
- Manter o acidentado deitado em repouso, evitando que ele ande, corra ou se locomova. A locomoção facilita a absorção do veneno pelo organismo; em caso de acidente com jararacas, caíacas, jararacuços etc., os ferimentos se agravam. No caso de a mordida ter ocorrido na perna ou no braço, é importante manter esse membro em posição mais elevada.
- Levar o acidentado imediatamente para centros de tratamento ou serviço de saúde mais próximo para tomar o soro específico.

No Brasil, os **soros** contra mordida de serpentes são produzidos pelo Instituto Butantan, sediado em São Paulo (SP), o mais importante centro de pesquisa especializado na produção de soros contra o veneno de animais peçonhentos. Junto ao Instituto funciona o Hospital Vital Brazil, aberto dia e noite, que trata gratuitamente qualquer pessoa picada por animal peçonhento.

Cada tipo de soro serve para combater apenas o veneno de determinado grupo de serpente, pois é constituído de anticorpos específicos. Por isso, é útil saber qual a serpente causadora do acidente, ou pelo menos fornecer algumas de suas características.

Os soros produzidos são os seguintes:

- › **antibotrópico** – contra mordida de serpentes do gênero *Bothrops* (jararaca, urutu etc.);
- › **anticrotálico** – contra mordida de serpente do gênero *Crotalus* (cascavel);
- › **antiofídico polivalente** – uma mistura de soro antibotrópico e anticrotálico;
- › **antilaquético** – contra mordida de surucucu;
- › **antielaídico** – contra mordida de coral.



MULTIMÍDIA

### Répteis

<<http://www.planetabio.com/cordadosII.html>>



Reprodução

Saiba mais a respeito das características dos répteis e de outros cordados neste infográfico interativo.

### Acidentes ofídicos

<[http://www.cevap.org.br/Cont\\_Default.aspx?cont=EMES](http://www.cevap.org.br/Cont_Default.aspx?cont=EMES)>



Reprodução

O Centro de Veneno e Animais Peçonhentos (Cevap), do Centro Virtual de Toxinologia da Universidade Estadual de São Paulo (Unesp) traz em seu **site** informações detalhadas sobre os acidentes por serpentes no Brasil.

Acessos em: 03 maio 2016.

< Retirada do **veneno de uma serpente**. Esse procedimento deve ser realizado apenas por especialista em institutos de pesquisa e laboratórios. O veneno de algumas espécies pode levar à morte, caso a pessoa não receba o soro específico. O próprio veneno é usado na fabricação dos soros antiofídicos e, também, de outros medicamentos.



Werner Rudhardt/Kino





## Cobras que não são serpentes

Na linguagem popular, o termo cobra muitas vezes é utilizado para se referir às serpentes, que, como você sabe, pertencem ao grupo dos ofídios. No entanto, existem vertebrados popularmente chamados de cobras que, embora parecidos com serpentes, não são ofídios. Entre os anfíbios você conheceu a cobra-cega (cecília), que é, muitas vezes, confundida com serpente devido ao formato do corpo e à ausência de pernas.

Entre os répteis, a cobra-de-vidro e a cobra-de-duas-cabeças não são ofídios e vivem em galerias subterrâneas. Na Amazônia, as cobras-de-duas-cabeças, ou anfisbenas, são conhecidas também como mães-de-saúva, uma alusão ao fato de serem comumente encontradas em formigueiros.

Atualmente, tem sido contestada a classificação das anfisbenas como pertencentes à

subordem dos lacertílios. O proposto é classificá-las como anfisbenídeos, uma subdivisão dos escamosos, com mais de 20 espécies.

As cobras-de-vidro possuem numerosas linhas finas ao longo de todo o corpo e nelas é possível perceber vestígios das pernas tra-seiras. O nome popular deriva do fato de que elas se “quebram”, especialmente na cauda, ao serem pegas. Trata-se de um exemplo de autotomia (*auto* = próprio; *tomia* = cortar), em que abandonam parte da cauda, enganando o predador, enquanto conseguem fugir. O pedaço da cauda que foi perdido é regenerado. Esse comportamento também é verificado em outros lacertílios, como lagartixas, anfisbenas e alguns lagartos.

## Serpentes arborícolas

Neste capítulo, comentamos que as serpentes são os répteis que verdadeiramente rastejam. Logo, pensamos nas serpentes rastejando sobre o solo. No entanto, existem serpentes de hábito aquático, como as serpentes marinhas. E, contrariamente aos hábitos da maioria das serpentes, a jararaca-verde, a jiboia-papagaio ou periquitamboa, e a jararaca-ilhoa costumam viver no alto de árvores.

A jararaca-verde (*Bothrops bilineatus*) vive em árvores da Mata Atlântica e da Amazônia, em locais próximos aos rios. Ela é peçonhenta, com dentição solenóglifa e está ameaçada de extinção.

A periquitamboa (*Corallus caninus*) alimenta-se principalmente de pequenos roedores, morcegos, lagartos e sapos. Ela pertence à mesma família das jiboias e, portanto, possui dentição áglifa e mata as presas por estrangulamento. É encontrada em áreas da Floresta Amazônica e está ameaçada de extinção. A destruição do seu *habitat*, reduzido e fragmentado pela exploração dos seus recursos naturais, é um dos fatores responsáveis pela redução de suas populações. O tráfico de indivíduos, principalmente para lojas de animais do hemisfério Norte, é outro fator de ameaça.

A jararaca-ilhoa (*Bothrops insularis*), conforme comentamos no capítulo, é uma espécie endêmica da Ilha de Queimada Grande, no litoral de São Paulo.

Isso significa que ela só é encontrada nessa ilha, onde existe uma superpopulação em decorrência da ausência de predadores e da grande disponibilidade de alimento, constituído principalmente por aves. As jararacas-ilhoa adultas podem ser encontradas no chão da mata, mas ocupam preferencialmente galhos de árvores frutíferas e arbustos, onde podem atacar os pássaros que ali pousam. São serpentes peçonhentas e hermafroditas.

Embora a densidade populacional de jararacas-ilhoa seja grande, ela também está na lista de animais ameaçados de extinção, pois os incêndios e a ocupação humana de uma parte não preservada da ilha estão destruindo o seu *habitat*. Como essa espécie só existe em Queimada Grande, a modificação do ambiente da ilha resulta na extinção dessas serpentes.



^ Jararaca-verde, que mede cerca de 1 m de comprimento.



^ Periquitamboa, que mede até 2 m de comprimento.



## Pterossauros, dinossauros e aves

No território brasileiro existem centenas de sítios paleontológicos, onde foram descobertos fósseis de animais extintos como os pterossauros e os dinossauros.

No Rio Grande de Sul, pesquisadores encontraram o fóssil de um réptil que, segundo a proposta de classificação, pertence a uma linhagem primitiva, provavelmente relacionada aos ancestrais de dinossauros, crocodilianos e aves.

Na Chapada do Araripe, cuja maior área localiza-se no Ceará, foram encontrados diversos fósseis de pterossauros, répteis voadores que existiram na Era Mesozoica. Os pterossauros não eram dinossauros e não possuem parentesco evolutivo próximo com as aves.



◀ Reconstituição artística do **pterossauro Tapejara**, feita com base em fósseis encontrados no Ceará. A envergadura das asas era de aproximadamente 4,5 m.

E quem foram os dinossauros? Esse grupo de répteis surgiu há cerca de 250 milhões de anos e passou a dominar o ambiente terrestre, sendo os répteis mais numerosos naquela época. Possuíam determinadas características em seu esqueleto que não são observadas nos répteis atuais, nem em outros grupos de répteis já extintos.

O nome dinossauro significa “lagarto (sauro) terrível (dino)” e foi dado com base nos fósseis de grandes dinossauros carnívoros. No entanto, devemos considerar que os predadores matam suas presas para obter alimento, não tendo intenções “terríveis”. Além disso, a análise da dentição e de outras características permitiu aos cientistas identificar muitas espécies de dinossauros herbívoros. Não está correto, também, imaginar todos os dinossauros como animais enormes. Existiram espécies com mais de 20 metros de comprimento, mas também dinossauros pequenos, com o tamanho aproximado de uma galinha.

Segundo a hipótese de classificação mais aceita atualmente pelos cientistas, o grupo de répteis atuais com parentesco evolutivo mais próximo dos dinossauros é o dos crocodilianos.

Os dinossauros foram extintos há aproximadamente 65 milhões de anos, depois de dominarem a fauna do planeta durante cerca de 180 milhões de anos. Muitos outros grupos de seres vivos foram extintos na mesma época. Uma hipótese a respeito desse evento de extinção em massa é a da queda de um meteorito gigante sobre a Terra, o que teria provocado uma imensa nuvem que impediu por longo tempo a chegada dos raios solares, responsáveis pelo aquecimento da superfície do planeta e da atmosfera. A vida deve ter se tornado difícil para os seres vivos em geral, mas os animais de grande porte, como os dinossauros, devem ter sofrido mais, pela dificuldade de obtenção de alimento e energia.

Então não existe nenhum grupo de dinossauros que vive atualmente? De acordo com as recentes propostas de classificação, há um grupo de vertebrados que descende de uma linhagem de dinossauros: as aves. Essa hipótese evolutiva baseia-se, entre outras evidências, em fósseis de dinossauros com penas e em diversas características que as aves compartilham com os répteis. O grupo que originou as aves, chamados terópodes, tem sido estudado a partir da análise do registro fóssil, que inclui não apenas ossos, mas também vestígios como pegadas, fezes, ovos e análise de moléculas.

Fontes:

PIVETTA, M. Fóssil de 250 milhões de anos é encontrado nos pampas. *Pesquisa Fapesp*. 11 mar. 2016. Disponível em: <<http://revistapesquisa.fapesp.br/2016/03/11/fossil-de-250-milhoes-de-anos-encontrado-nos-pampas/>>. Acesso em: 20 abr. 2016.

WILHELM, A.; KELLNER, A. Pterossauros, os primeiros vertebrados voadores. *Ciência Hoje*, v. 30, ed. 178, dez. 2001, p. 26-31.

### DEPOIS DA LEITURA...

Com sua equipe, busque informações a respeito de um réptil fóssil que tenha sido encontrado em território brasileiro. Produzam textos com curiosidades sobre a espécie fóssil, um mapa indicando onde ela foi encontrada e expliquem se era ou não um dinossauro. Cada equipe da classe pode escolher uma espécie diferente. Em conjunto, vocês podem montar um painel ou um *blog* com o tema: répteis fósseis do Brasil.

Resposta pessoal.

1. b) Os anfíbios são escamados, possuem pele lisa; lagartos e serpentes são escamosos (do latim *squamata*).

## Revedo e aplicando conceitos

1. a) Escamoso significa “com escama” e escamado, ou descamado, significa “sem escama”.

1. Sobre as escamas dos répteis, responda:

a. Consulte um dicionário comum e explique a diferença entre os termos “escamoso” e “escamado”.

b. Agora, explique: os anfíbios, os lagartos e as serpentes são escamosos ou escamados?

2. Os jacarés são crocodilianos e vivem na América do Sul, onde não existem gaviais ou crocodilos e aligátores. A maioria das espécies de jacarés já esteve (ou ainda está) na lista de animais ameaçados de extinção, como o jacaré-do-papo-amarelo, do Pantanal Mato-Grossense. A destruição de seu *habitat* e a caça ilegal, para a venda de pele, são as principais causas.

a. Como podemos distinguir entre jacarés, crocodilos e gaviais? 2. a) É possível distinguir pelo formato da cabeça e do “focinho”. Veja mais informações no Manual.

b. Qual é o local de ocorrência do gavião, também seriamente ameaçado de extinção? 2. b) Rios da Índia e do Paquistão.

c. Quais consequências você consegue prever para a redução drástica no número de jacarés? Explique.

3. A respeito das serpentes, responda:

a. Qual é a diferença entre uma serpente peçonhenta e uma não peçonhenta? 3. a) As serpentes peçonhentas possuem glândulas salivares modificadas que produzem veneno, podendo ter dentes inoculadores de veneno.

b. Cite algumas medidas de prevenção de acidentes com serpentes peçonhentas. 3. b) Uso de botas ou perneiras em caminhadas por regiões onde ocorrem serpentes. Veja outras medidas na página 256.

4. É comum observarmos que os répteis não se alimentam várias vezes ao dia, como ocorre com a maioria dos mamíferos. Um lagarto, após ingerir a presa, pode ficar dias sem se alimentar. Após a ingestão da presa, costuma passar algumas horas do dia exposto ao sol. Elabore uma explicação para esse fato.

5. Existem evidências de que os primeiros répteis tenham surgido de uma linhagem ancestral de anfíbios, sem representantes atuais. Suas características permitiam a independência da água para a reprodução e a possibilidade de viver em ambientes tipicamente terrestres. Que características foram essas?

6. Observe as figuras a seguir, de uma cobra-de-duas-cabeças (ou anfisbena) e de uma cecília. 6. Consulte o Manual.



↑ Anfisbena (25 cm de comprimento).



↑ Cecília (20 cm de comprimento).

2. c) Como ocupam o topo das teias alimentares de que participam, a redução populacional poderia causar desequilíbrio nas populações de presas e afetar, indiretamente, outras espécies daquele ambiente.

5. Pele seca e impermeável, fecundação interna, ovo com âmnio e casca, excreção de ácido úrico.

Os dois animais são tão parecidos em seu aspecto externo que em diversas regiões do Brasil são conhecidos pelo mesmo nome popular: “cobra-cega”. Ambos possuem corpo cilíndrico e curto, cabeça arredondada e olhos atrofiados. Com base em quais características poderíamos diferenciar esses dois animais e classificá-los corretamente?

7. Busque informações a respeito do Instituto Butantan, localizado na cidade de São Paulo (SP). Descubra como foi criado e as principais contribuições, para a Ciência e para a Medicina, de seu fundador, Dr. Vital Brazil. Reúna-se com colegas e elabore uma forma criativa de contar essa história – pode ser na forma de quadrinhos, de cenas de teatro, de uma canção, de uma animação computadorizada. 7. Consulte o Manual.

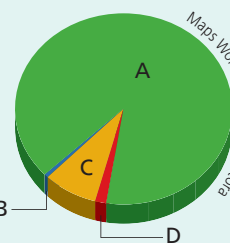


↑ Fachada de um dos prédios do Instituto Butantan, em São Paulo (SP).

## Trabalhando com gráficos

8. A = jararacas; B = coral; C = cascavel; D = surucucu. Veja comentários no Manual.

8. O gráfico ao lado mostra a distribuição dos acidentes com serpentes peçonhentas no Brasil, segundo o Instituto Butantan. As serpentes envolvidas nos acidentes estão identificadas por A, B, C e D.



De acordo com o que foi apresentado neste capítulo, identifique os gêneros das serpentes A, B, C e D. Depois indique o que esses gêneros apresentam em comum e elabore um quadro com as principais características que permitem diferenciar cada serpente.

9. O gráfico mostrado na página a seguir apresenta a ocorrência de acidentes com serpentes peçonhentas registrados mensalmente no estado de Santa Catarina de 2011 a 2013. O clima da região se caracteriza por inverno frio e seco, e verão quente e chuvoso.

A maioria dos acidentes foi registrada na zona rural. Sabendo que as atividades no campo são mais intensas nos meses quentes e chuvosos, explique o que se observa no gráfico.

4. Os répteis são animais ectotermos. Como sua taxa metabólica não é permanentemente alta, o alimento demora mais tempo para ser digerido. A exposição ao sol eleva a temperatura corporal e acelera o metabolismo, inclusive a digestão.



9. Nos meses mais quentes e chuvosos, em que ocorrem mais acidentes com serpentes peçonhentas, são aqueles em que há atividade humana mais intensa no campo. Veja mais comentários no Manual.



Fonte: COSER, A. et al. Acidentes ofídicos nas mesorregiões do estado de Santa Catarina. *Rev. Ciências Médicas e Biológicas da UFBA*, v. 14, n. 1, Salvador, jan./abr. 2015, p. 17. Disponível em: <<http://www.portalseer.ufba.br/index.php/cmbio/article/viewFile/11885/9788>>. Acesso em: 25 maio 2016.

## Questões do Enem e de vestibulares

10. (UFJF-MG) "Os jabutis (réptil – quelônio), no Sudeste do Brasil, são ativos na estação quente e chuvosa, permanecendo praticamente imóveis na estação fria e seca."

10. a) São animais ectotérmicos.

a. Que tipo de regulação térmica possuem os jabutis?

10. b) Consulte o Manual.

b. Considerando a relação existente entre a regulação térmica e o metabolismo, explique o comportamento dos jabutis nas diferentes estações climáticas do Sudeste do Brasil.

10. c) Não, pois é impermeável, seca e revestida por escamas.

c. A pele dos répteis é uma superfície adaptada à troca de gases? Justifique a resposta. 10. d) Autotomia é a perda de parte da cauda como estratégia de defesa contra predadores.

d. Um aspecto curioso do comportamento dos répteis, especialmente de alguns lacertílios (lagartos e lagartixas) é a autotomia. O que é a autotomia e qual a sua finalidade?

11. (Unesp) São muitas as lojas que vendem animais exóticos para serem criados em casa como animais de estimação. Em uma dessas lojas, lagartos eram expostos em caixas de vidro, nas quais havia uma lâmpada acesa.

a. Qual é a razão de se ter uma lâmpada na caixa em que está o animal? Este procedimento tem alguma relação com algo que o animal experimenta em seu ambiente natural?

b. Se essa caixa fosse deixada na vitrina, diretamente sob luz solar intensa, durante todo o dia, haveria prejuízo ao lagarto? 11. b) Sim, poderia provocar aumento excessivo da temperatura corporal do lagarto. Veja comentários no Manual.

12. (UERJ) Certos vertebrados possuem pulmão de grande superfície e pele seca impermeável. Outros vertebrados possuem pulmão de pequena superfície e pele úmida permeável. Por que os primeiros estão mais bem adaptados ao ambiente terrestre?

13. (Unicamp-SP) Muitas espécies de tartarugas marinhas estão ameaçadas de extinção pela ação do homem. As

11. a) A lâmpada exerce a função do sol, aquecendo o ambiente e, consequentemente, aquecendo o corpo dos lagartos, que são animais ectotérmicos.

12. A pele permeável e úmida permite as trocas gasosas, mas expõe o animal ao risco de perda de água por evaporação.

13. a) Ovos ricos em material nutritivo, com casca, resistentes e permeáveis aos gases respiratórios.

13. b) As tartarugas marinhas possuem corpo mais achatado que o dos quelônios terrestres e suas pernas possuem formato que lembra o de um remo.

rotas de migração das tartarugas marinhas são bastante estudadas no Brasil pelo projeto Tamar-Ibama, através de colocação de transmissores em seus cascos.

a. Sabendo-se que as tartarugas migram para colocar ovos nas praias onde nasceram, cite duas características dos ovos das tartarugas que permitem seu desenvolvimento no ambiente terrestre.

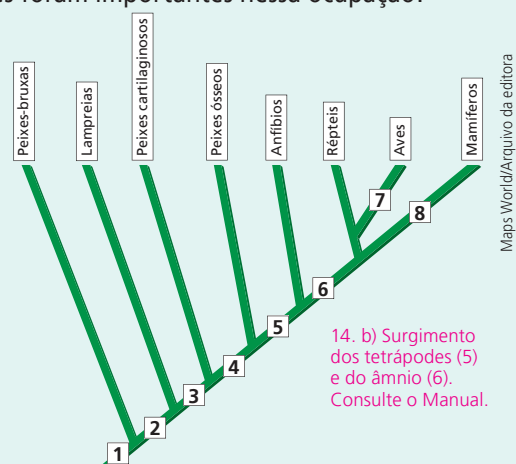
b. Quelônios são répteis encontrados tanto no meio terrestre como no aquático. Cite uma diferença morfológica entre os quelônios marinhos e os terrestres.

14. (Unicamp-SP) Os vertebrados surgiram há cerca de 500 milhões de anos, e os primeiros fósseis não possuíam mandíbulas. Posteriormente, ocorreram inovações evolutivas que permitiram aos vertebrados ocuparem o meio terrestre.

14. a) Número 3. Consulte o Manual.

a. Explique por que a aquisição da mandíbula foi importante para os vertebrados. Indique em qual número mostrado na figura surgiu essa novidade evolutiva.

b. Indique em que números mostrados na figura abaixo surgiram inovações evolutivas que permitiram aos vertebrados ocuparem o meio terrestre. Quais foram essas inovações? Por que essas inovações foram importantes nessa ocupação?



15. (Fuvest-SP) Quanto à termorregulação, os animais são classificados em endotérmicos, ou seja, dependentes da produção metabólica de calor, e ectotérmicos, que utilizam fontes ambientais de calor para manter seu metabolismo.

15. a) Ectotérmicos, cujo metabolismo pode ser reduzido. Veja comentários no Manual.

a. Um *habitat* com baixo suprimento de alimentos favorece o estabelecimento de animais endotérmicos ou ectotérmicos? Justifique sua resposta.

b. Considerando as características do primeiro grupo de vertebrados a conquistar definitivamente o ambiente terrestre, seus representantes viviam em um clima mais próximo ao tropical ou ao temperado? Justifique sua resposta.

15. b) Os primeiros vertebrados a conquistarem definitivamente o ambiente terrestre foram os répteis, característicos de ambientes mais quentes.

COMENTÁRIOS  
GERAIS

## 1 Semelhanças entre aves e mamíferos

**Aves e mamíferos** são animais que mantêm relativamente constante a temperatura do corpo, independentemente da temperatura do ambiente. São, então, animais homeotermos (*homeo* = igual; *termo* = temperatura).

O termo **homeotermo** opõe-se, portanto, ao termo **pecilotermo**, que se refere ao fato de a temperatura corpórea variar de acordo com a do ambiente, como acontece com os peixes, anfíbios e répteis (*pecilo* = variado, diferente).

As aves e os mamíferos são também **endotermos (endotérmicos)**, ou seja, a temperatura do corpo é mantida graças a reações internas (*endo*), do metabolismo. Sendo homeotermos e endotérmicos, esses animais têm maior necessidade de alimentação em intervalos relativamente pequenos de tempo, pois é a partir dos alimentos que ocorre a obtenção de energia, o que mantém suas altas taxas metabólicas. A temperatura média corpórea varia de espécie para espécie, mas de modo geral é maior nas aves do que nos mamíferos. Nestes costuma ser inferior a 40 °C, como acontece na espécie humana, em que a temperatura corpórea varia entre 36 °C e 37 °C, em média. Nas aves fica em torno de 40 °C, podendo ultrapassar, como acontece com os beija-flores (colibris), nos quais chega a 44 °C.

A homeotermia é uma característica relacionada à presença de penas nas aves e de pelos nos mamíferos, pois estas estruturas revestem o corpo e são isolantes térmicos, dificultando a dissipação do calor produzido pelo corpo desses animais.

✓ O elefante é um **mamífero** nativo da savana africana, que pode medir 2 m de comprimento. As garças, por sua vez, pertencem ao grupo das **aves**.





Nos vertebrados, o sangue circula pelo organismo porque é bombeado pelo coração. Nas aves e nos mamíferos, o coração possui dois átrios e dois ventrículos. É o que você pode observar nos esquemas abaixo, que representam o sistema cardiovascular das aves e o dos mamíferos.

A circulação sanguínea nas aves e nos mamíferos possui as seguintes características:

- **dúpla** – o sangue passa duas vezes pelo coração em uma volta completa pelo corpo. Isso significa que o coração recebe sangue pobre em gás oxigênio, proveniente do corpo, e sangue rico em gás oxigênio, proveniente dos pulmões;
- **completa** – o sangue oxigenado e o sangue pobre em gás oxigênio não se misturam no coração. Os dois ventrículos, como também os dois átrios, são completamente separados.

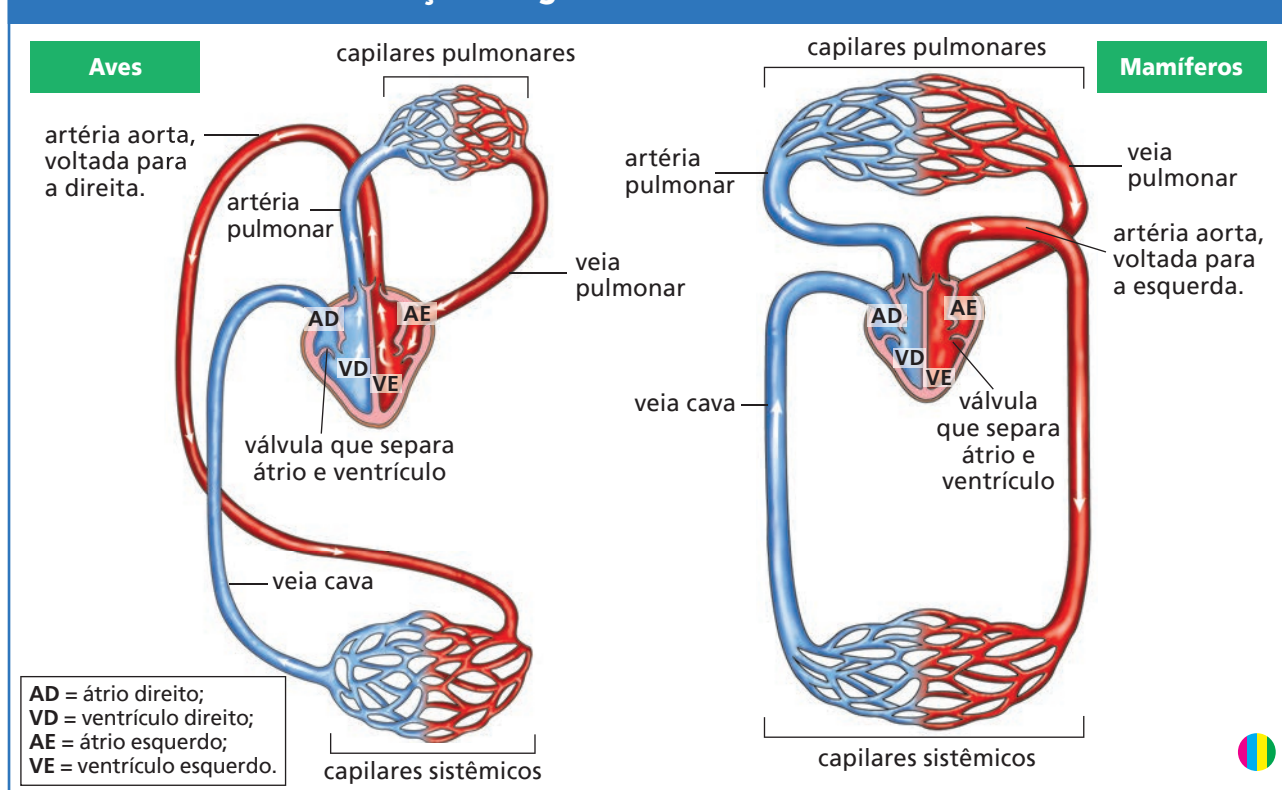
O sangue pobre em oxigênio passa pelas cavidades do lado direito do coração, e o sangue rico em oxigênio passa pelas cavidades do lado esquerdo. O sangue pobre em oxigênio chega ao átrio direito, de onde passa para o ventrículo do mesmo lado. Do ventrículo direito parte a artéria pulmonar, levando sangue pobre em gás oxigênio para os pulmões. O sangue, oxigenado nos pulmões, é levado ao átrio esquerdo pelas veias pulmonares. Do átrio esquerdo, o sangue passa para o ventrículo esquerdo, de onde parte a artéria aorta, levando sangue rico em oxigênio para todo o corpo.

Uma distinção pode ser observada na curvatura realizada pela artéria aorta logo depois que sai do coração: nas aves ela se volta para a direita e nos mamíferos volta-se para a esquerda.

Agora que você já viu algumas características que mostram semelhanças entre aves e mamíferos, vamos ver a seguir algumas características específicas de cada uma dessas duas classes de vertebrados.

✓ Esquema simplificado da **circulação sanguínea em aves e em mamíferos**. A cor azul simboliza o sangue pobre em gás oxigênio e a cor vermelha, o sangue rico em gás oxigênio.

### Circulação sanguínea em aves e mamíferos



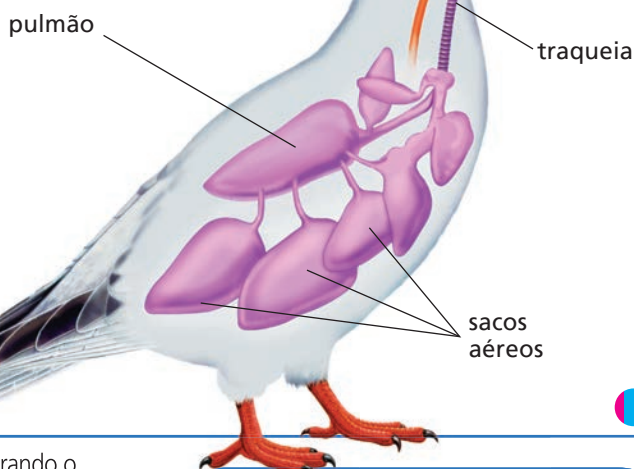
Paulo Cesar Pereira/Arquivo da editora

As figuras estão representadas em diferentes escalas.

Veja no Manual comentário a respeito da representação da circulação sanguínea em aves e mamíferos.



## Sistema respiratório em ave



Esquemas ilustrando o sistema respiratório de uma ave e, à direita, osso pneumático com parte removida, mostrando saco aéreo em seu interior. >

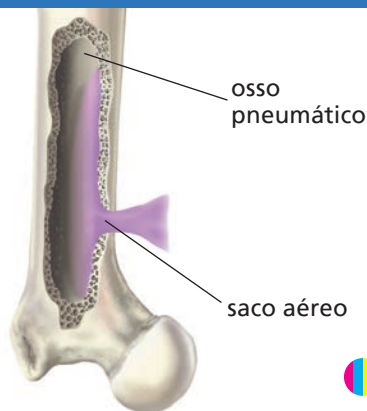


### RECORDE-SE

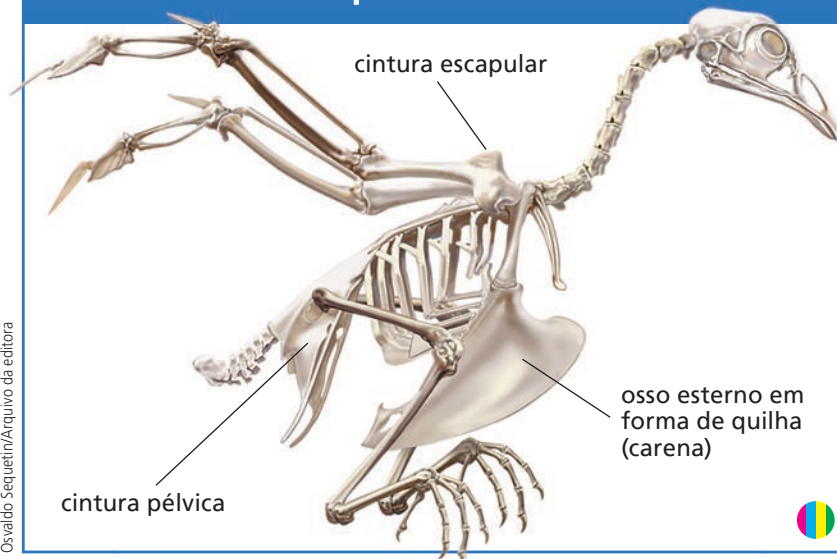
#### Densidade

Relação entre massa e volume do corpo.

## Osso pneumático



## Esqueleto de ave



Esquema feito com base no esqueleto de uma ave voadora como o pombo.

## 2 Características específicas das aves

Na classe das aves, estão animais vertebrados com características exclusivas e especializadas relacionadas ao voo, como membros anteriores transformados em asas e a presença de ossos cheios de ar no esqueleto.

As aves são animais pouco densos. Seu corpo relativamente leve em muito facilita o voo, pois a alta densidade traria como consequência um peso muito maior, exigindo grande esforço para o deslocamento.

A pouca densidade do corpo das aves é devida principalmente à existência de grandes espaços ociosos em sua estrutura, preenchidos por ar. As aves possuem **sacos aéreos** que se expandem a partir dos pulmões e muitos ossos ociosos, chamados **ossos pneumáticos**.

Os sacos aéreos partem dos pulmões e formam projeções que podem penetrar os ossos pneumáticos, fazendo das aves um "sistema cheio de ar". Os pulmões são compactos, e são os sacos aéreos que auxiliam a circulação de ar em seu interior.

Embora os ossos pneumáticos sejam relativamente delicados, o corpo das aves é compacto, pois há fusão de vários ossos. As **cinturas** que sustentam os membros anteriores e superiores são fundidas à coluna vertebral.

Na maioria das aves, o osso esterno, no qual se prendem as costelas, projeta-se para a frente, formando uma estrutura em formato que lembra a quilha de um navio, razão pela qual recebe o nome **quilha** ou **carena**.

A presença ou ausência da carena levou à classificação das aves em dois grupos:

- **carenatas** – aves que possuem carena;
- **ratitas** – aves que não possuem carena.

Pode-se dizer que as ratitas representam exceções na classe das aves, pois não são adaptadas ao voo. As aves ratitas são, no entanto, excelentes corredoras, caso da avestruz, que pode atingir cerca de 70 km/h de velocidade.

As carenatas são as aves que voam, embora existam exceções no grupo. A carena é uma importante adaptação ao voo, pois facilita a passagem da ave pela massa de ar, da mesma forma que a quilha do navio facilita a sua entrada na massa de água. Além disso, aumenta a área de inserção da musculatura relacionada com a movimentação das asas. O voo exige vigorosos batimentos das asas, que é realizado à custa de dois pares de músculos, inseridos no osso esterno: os **grandes peitorais** e os **pequenos peitorais** (supracoracóideos).

Os grandes peitorais são os músculos abaixadores das asas e esse movimento é mais vigoroso, sendo o principal responsável pela impulsão no voo; os pequenos peitorais são os levantadores das asas, gerando movimentos mais suaves e que fazem as asas voltarem à posição adequada a um novo batimento.

O voo ativo, realizado à custa do batimento das asas, é chamado **voo batido** ou **voo remado**.

Muitas aves conseguem planar por algum tempo, permanecendo sem bater as asas, aproveitando correntes ascendentes de ar para se manter em uma determinada altura e até subir vários metros. Dois exemplos de aves planadoras são o urubu e a gaivota. Esse tipo de voo é chamado **voo planado**. É semelhante ao que ocorre com os planadores e com as asas-deltas, que se mantêm no ar devido às correntes de convecção.



➤ **Arara**, uma ave carenata que mede cerca de 80 cm de comprimento.

➤ **Avestruz**, uma ave ratita cuja altura aproximada é 2 m.

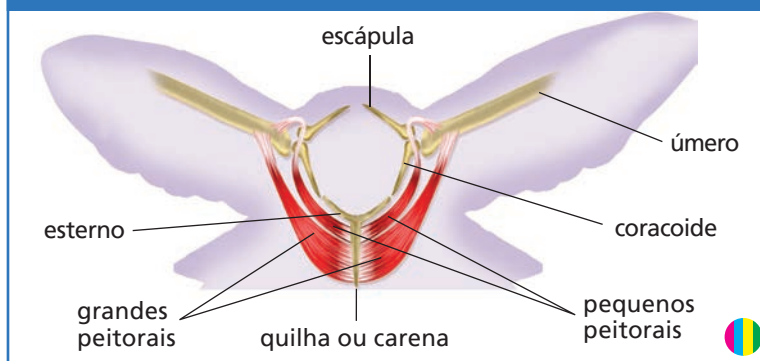
As figuras estão representadas em diferentes escalas.



### ATENÇÃO

A medida do corpo de uma ave geralmente é dada pelo comprimento total, que é a distância da ponta do bico até a ponta da cauda, considerando-se a extremidade da pena mais longa. Esse comprimento é geralmente dado em centímetros. A envergadura também é uma medida muito usada em aves, e se refere à distância entre as pontas das asas abertas. A altura é uma medida pouco usada pelos especialistas, com exceção das aves pernaltas, como a ema, a cegonha e a avestruz.

### Principais músculos do voo



➤ Esquema que mostra as relações entre os **músculos do voo** e os ossos com os quais se ligam, em vista frontal.



➤ A gaivota é uma ave que realiza **voo planado**. Na foto, uma gaivota-alegre (*Leucophaeus atricilla*), cujo corpo mede cerca de 32 cm de comprimento.



## Traqueia e siringe

Marcelo Morena/  
Acervo do fotógrafo

## 2.1 Sentidos

Uma formação característica das aves, localizada no sistema respiratório, é a **siringe**, estrutura responsável pela emissão dos sons.

Como mostra o desenho esquemático ao lado, a siringe situa-se na parte inferior da traqueia, sendo particularmente bem desenvolvida nas aves cantoras. Os diferentes cantos e sons emitidos pelas espécies de aves podem auxiliar na classificação desses animais.

Não somente as aves cantoras, mas todas, como regra geral, possuem **audição** bem desenvolvida. Nas aves existe um canal auditivo externo que, embora curto, é muito eficiente na localização da origem do som.

Outra função bem desenvolvida nas aves é a **visão**. As aves de rapina, por exemplo, conseguem enxergar, a centenas de metros de altura, pequenas presas no solo. É o caso das corujas e dos falcões.

## 2.2 Penas das aves

As **penas** são estruturas típicas das aves e têm significado importante para certas características, como a homeotermia, o voo e a comunicação entre esses animais.

A homeotermia é uma característica relacionada à presença de penas, pois estas revestem o corpo do animal e são excelentes isolantes térmicos. Dessa forma, o calor produzido internamente no corpo das aves pouco se dissipa para o ambiente.

A capacidade isolante das penas deve-se principalmente a três fatores:

- ▶ presença de queratina em sua composição, que é uma substância com excelente efeito de isolante térmico;
- ▶ grande capacidade de retenção de ar entre suas pequenas fibras, o que também funciona como ótimo isolante térmico;
- ▶ presença, na maioria das aves, da **glândula uropigiana**, situada na região da cauda e que produz uma substância oleosa que a ave retira com o bico e passa nas penas.

A substância oleosa ajuda a manter as penas flexíveis e impermeáveis. Além disso, é importante por possibilitar às penas a retenção de ar, o que diminui a densidade relativa do animal, favorecendo o voo.

Além da importância para a homeotermia, as penas são fundamentais nas aves voadoras. São estruturas resistentes, pouco densas, que contribuem para a aerodinâmica do corpo das aves, fazendo com que as asas funcionem como o plano de sustentação desses animais, de forma semelhante ao que ocorre com as asas dos aviões.

O colorido das penas funciona como um mecanismo de comunicação entre indivíduos de uma mesma espécie. Em muitas delas, os machos possuem penas coloridas que atraem as fêmeas na época reprodutiva.



DIVULGAÇÃO PNLD



Stock Xchng

- ▶ As **penas** maiores (como a da imagem à esquerda) são impermeáveis e fundamentais para o voo das aves carenadas. As penas menores, ou **plumas**, ficam junto à pele e garantem o isolamento térmico do corpo.



Marcelo Morena/Acervo do fotógrafo

- ▶ O colorido vivo das **penas** representa um importante mecanismo de comunicação entre as aves. Além disso, como são impermeabilizadas com uma substância oleosa, não absorvem a água da chuva. O tucano-de-bico-verde (*Ramphastos dicolorus*) mede cerca de 40 cm de comprimento.

Veja no Manual comentários sobre as penas e as aves aquáticas.



## 2.3 Digestão, excreção e reprodução das aves

A ilustração ao lado representa alguns órgãos internos de uma ave. Com relação ao **sistema digestório** estão representados, simplificada e, a boca e o bico, o esôfago, o inglúvio (papo), o estômago químico, o estômago mecânico (moela), o intestino e a cloaca.

A boca não possui dentes, mas é dotada de um **bico córneo**, cujo formato varia de uma espécie para outra. O bico pode ser utilizado, de acordo com seu tamanho e formato, em diferentes funções, por exemplo, defesa, captura de alimentos diversos, construção de ninhos, entre outras.

Embora realize a captura de alimentos, o bico das aves não é substituto fisiológico dos dentes, pois não são utilizados para mastigação.

O armazenamento e amolecimento dos alimentos são realizados, em muitas aves, por uma dilatação do esôfago conhecida por **papo** ou **inglúvio**. O estômago compreende duas regiões: uma química, em que ocorre a produção de enzimas digestivas, e uma mecânica, na qual ocorre a trituração dos alimentos. O estômago mecânico é chamado **moela** e possui forte musculatura em suas paredes.

Essas estruturas não são igualmente desenvolvidas em todas as aves, chegando a faltar em algumas. Aves granívoras, que se alimentam de grãos duros e resistentes, possuem geralmente papo e moela bem desenvolvidos. Muitas aves frugívoras não apresentam papo e moela, e isso não representa um problema para elas, pois os frutos dos quais se alimentam costumam ser relativamente moles.

O alimento parcialmente digerido no estômago químico e depois triturado pela moela é enviado para o intestino, no qual a digestão é concluída e os nutrientes são absorvidos e transportados pelo sangue. O sistema digestório termina em uma **cloaca**.

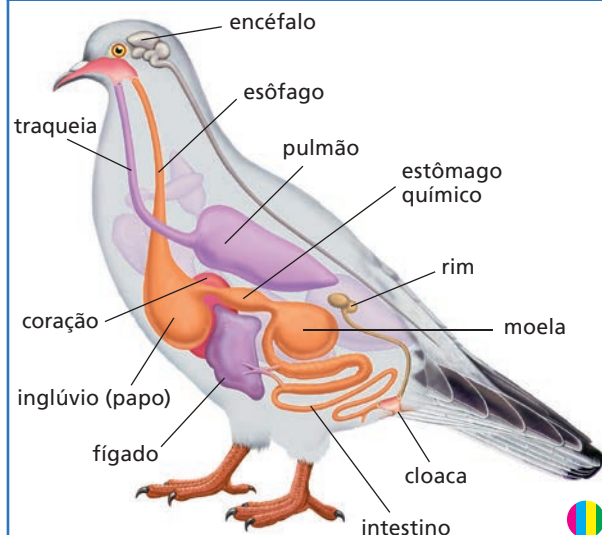
Quanto à reprodução, as aves são ovíparas e de fecundação interna, que ocorre no oviduto da fêmea, no qual já se inicia o desenvolvimento embrionário.

Durante o desenvolvimento embrionário, há a formação dos anexos embrionários âmnio, cório e alantoide.

Os embriões de aves, assim como os embriões de répteis, se desenvolvem no interior de ovos revestidos por casca e excretam ácido úrico, insolúvel em água e atóxico. Essa forma de excreção é uma adaptação ao tipo de desenvolvimento, podendo o ácido úrico ser armazenado na alantoide, sem contaminar o embrião.

A maioria das aves apresenta **cuidado parental**: os pais vigiam os ovos no ninho, protegendo-os contra predadores, e chocam os ovos, fornecendo-lhes o calor necessário ao desenvolvimento dos embriões. Após a eclosão, os filhotes são alimentados pelos pais até que surjam as penas para o voo e eles tenham condições de obter o próprio alimento.

### Órgãos internos das aves



Esquema que ilustra, por transparência, os principais **órgãos internos** da pomba, uma ave.



#### CURIOSIDADE

##### 1. Pedras e trituração do alimento

Muitas aves granívoras costumam engolir pequenas pedras que, na moela, auxiliam na trituração dos grãos.



Randimal/Shutterstock

Este **passarinho está ingerindo uma pequena pedra**. Ele mede cerca de 9 cm de comprimento.

##### 2. Animais uricotélicos

Na maioria dos répteis adultos e em todas as aves adultas a principal excreta nitrogenada produzida é o ácido úrico. No caso das aves, há uma vantagem adicional, além da economia de água: não há formação de urina líquida, outra adaptação relacionada ao voo, pois evita-se o aumento do peso corporal.

### 3 Classificação das aves

Você já sabe que as aves se distribuem por dois grupos: a das ratitas, que não possuem carena e não voam, e a das carenatas, que possuem carena (quilha) e podem voar.

As ratitas distribuem-se por quatro ordens principais, apresentadas nos quadros a seguir.

#### Ordem dos reiformes (Rheiformes)



< São as **emas**, aves nativas da América do Sul, incluindo o Brasil. Assemelham-se às avestruzes, mas são menores, medindo cerca de 1,5 m de altura.

Fabio Colombini/Acervo do fotógrafo

#### Ordem dos casuariformes (Casuariiformes)



> São os emus e os casuares, aves de localização restrita à Austrália e à Nova Guiné. Na foto, um **casuar**, que mede cerca de 1,7 m de altura.

Michele Westmorland/Corbis/Latinstock

DIVULGAÇÃO PNLD



#### PENSE E RESPONDA

Localize em um mapa-múndi as regiões onde vivem as aves ratitas aqui apresentadas. Sabendo que o grupo ancestral que originou as quatro ordens existia na época da Pangea, proponha uma explicação para a atual distribuição geográfica dessas aves.

Steven Vidler/Eurasia Press/Corbis/Latinstock

#### Ordem dos apterigiformes (Apterygiformes)



< São os **quivis**, aves com asas extremamente atrofiadas, praticamente inexistentes. O quivi, ou kiwi, é natural da Nova Zelândia e possui hábitos noturnos. O nome "kiwi" foi dado pelos nativos da região, pois o som desta palavra é semelhante ao pio dos machos na época reprodutiva. Eles possuem o tamanho aproximado de uma galinha.

#### Ordem dos estrutioniformes (Struthioniformes)



< São as **avestruzes**, as maiores aves existentes no mundo, possuidoras de longo pescoço e podendo ultrapassar 2 m de altura e 100 kg de massa corpórea. São naturais da África e da Ásia, mas atualmente são criadas com finalidade comercial em vários países, inclusive no Brasil. O **ovo de uma avestruz** pode chegar a 1,5 kg, os maiores ovos que existem.

Hans Georg Roth/Corbis/Latinstock

Consulte o Manual.



#### SUGESTÃO DE ATIVIDADE



As aves carenatas distribuem-se por numerosas ordens, como as seguintes, mencionadas apenas como exemplos.



### Ordem dos esfenisciformes



Tim Davis/Corbis/Latinstock

^ São os pinguins, aves adaptadas à vida aquática. O **pinguim-imperador** (foto), quando adulto, mede cerca de 1 m de comprimento.

### Ordem dos psitaciformes



Tom Brakefield/Corbis/Latinstock

^ São os papagaios, as araras e os periquitos. A **caturrita** (foto) é um periquito dos Pampas e mede cerca de 28 cm de comprimento.

### Ordem dos piciformes



Haroldo Palo Jr/Kino

^ Ordem representada pelos tucanos e pica-paus. O **pica-pau-de-cabeça-amarela** mede cerca de 27 cm de comprimento.

### Ordem dos ciconiformes



AGE Fotostock/Grupo Keystone

^ São as aves pernaltas, como a garça, a cegonha, os socós e o colhereiro. A **cegonha-branca** (foto) mede cerca de 1 m de altura.

### Ordem dos falconiformes



Haroldo Palo Jr/Kino

^ Ordem representada por gaviões, condores, águias, falcões, urubus e caracará. A foto mostra um **falcão-de-coleira**, que mede cerca de 35 cm de comprimento.

### Ordem dos passeriformes



Marcelo Morena/Acervo do fotógrafo

< Ordem com mais de 5 000 espécies de passarinhos, como o **sai-azul**, que mede cerca de 12 cm de comprimento.

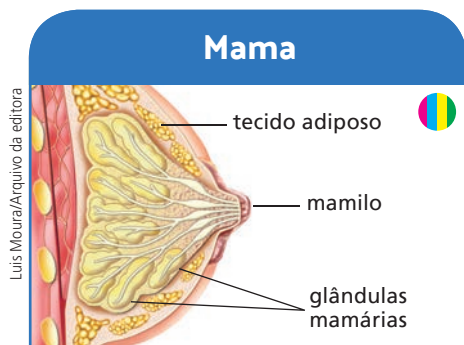
### Ordem dos columbiformes



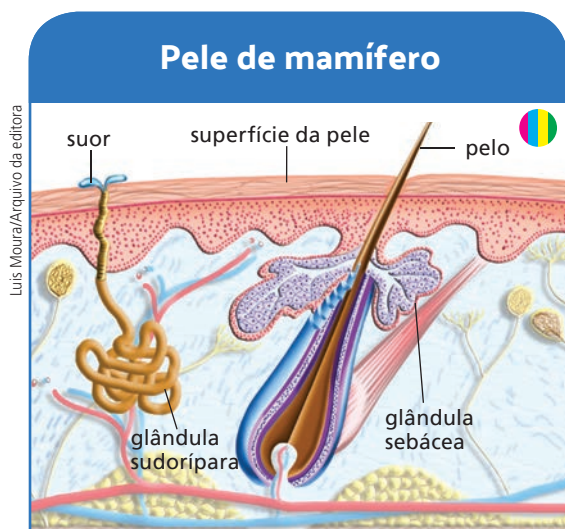
Photodisc/Arquivo da editora

> São os pombos. A **pomba doméstica** mede cerca de 38 cm de comprimento.





Esquema representando a **mama**, em corte longitudinal, tendo como modelo a espécie humana.



Esquema ilustrando um corte histológico da **pele** do ser humano.

## 4 Características específicas dos mamíferos

A característica que deu o nome à classe dos mamíferos é a presença de **glândulas mamárias**, que são mais desenvolvidas nas fêmeas. Após o nascimento dos filhotes, eles são amamentados pela fêmea com o leite produzido nessas glândulas. A ilustração ao lado mostra, esquematicamente, como é uma mama, região em que se localizam as glândulas mamárias.

Além de pelos e glândulas mamárias, os mamíferos possuem dois tipos de glândulas na pele, que são exclusivas do grupo e de origem epidérmica: sudoríparas e sebáceas. Algumas espécies possuem também glândulas especiais, como a que exala o odor característico do gambá, por exemplo.

As **glândulas sudoríparas** produzem o suor e o liberam para a superfície do corpo, da qual evapora, contribuindo na regulação térmica do corpo.

As **glândulas sebáceas** produzem uma secreção oleosa que atua como lubrificante dos pelos e da pele, e suas quantidades variam de uma espécie de mamífero para outra.

Atualmente, são conhecidas cerca de 4 mil espécies de mamíferos, com representantes em todas as regiões da Terra. Embora a maioria dos mamíferos seja de hábitos terrestres, existem alguns que são aquáticos. Entre os mamíferos terrestres, há um grupo com características associadas ao voo, com os membros anteriores transformados em asas: é o grupo dos morcegos.

A presença de pelos bem desenvolvidos não é, no entanto, a única característica diretamente relacionada com

a preservação do calor. Outras características são também importantes, como a presença de uma camada de tecido adiposo (gordura) sob a pele, denominada **hipoderme** ou **panículo adiposo**.

A regulação térmica é um processo complexo, do qual participam as glândulas sudoríparas, que liberam suor. Você deve ter notado, em você mesmo e em outras pessoas, que a eliminação de suor (sudação) aumenta quando a temperatura externa aumenta. A sudação aumenta como parte do processo de regulação térmica, pois a água, principal componente do suor, evapora mais rapidamente com o aumento da temperatura ambiental. A evaporação promove a perda de calor pela superfície da pele e, assim, resfria o corpo. Isso ocorre não somente com o ser humano, mas com todos os mamíferos.

A endotermia é resultado de um conjunto de mecanismos fisiológicos (como a sudação) e comportamentais. Em condições ambientais extremas, como nas regiões polares ou áridas, são observadas adaptações específicas, que favorecem a sobrevivência. Os ursos polares, por exemplo, possuem espessa camada de gordura na pele, conhecida por panículo adiposo. Além dos pelos, essa gordura atua como isolante térmico. Em pequenos mamíferos de regiões áridas, abrigar-se em uma sombra e produzir urina concentrada são adaptações importantes que evitam a perda de água, mantendo seu metabolismo elevado.

a) O ar não é um bom condutor de calor. Veja mais comentários no Manual.

b) Armazena lipídios e atua como barreira à passagem do calor, produzido no interior do corpo, para a superfície.

c) O panículo adiposo pode ser bem desenvolvido nesses mamíferos. Veja mais comentários no Manual.



### PENSE E RESPONDA

- O ar é um bom condutor de calor? Responda com base em seus conhecimentos de Física.
- Quais são as características do tecido adiposo e por que esse tecido atua na conservação de calor no corpo?
- Mamíferos aquáticos como golfinhos e peixes-boi possuem poucos pelos. Faça uma pesquisa para descobrir como é a regulação térmica nesses mamíferos.

Uma característica exclusiva da anatomia dos mamíferos é a divisão interna do tronco em duas partes, o tórax e o abdômen, separadas internamente por um músculo achatado chamado **diafragma**.

Você pode ver ao lado, na ilustração de um coelho, que o coração e os pulmões situam-se no tórax. É lá que ocorre a ventilação pulmonar, graças ao diafragma e aos músculos da parede do tórax, determinando a inspiração e a expiração. Os outros grupos de vertebrados não possuem o músculo diafragma e outros movimentos garantem a ventilação pulmonar, no caso dos vertebrados terrestres.

No sistema respiratório dos mamíferos, podemos considerar as vias aéreas e os pulmões. As vias aéreas recebem esse nome, pois conduzem o ar que entra nos pulmões e deles sai. Elas são: cavidades nasais, faringe, laringe, traqueia, brônquios e bronquíolos.

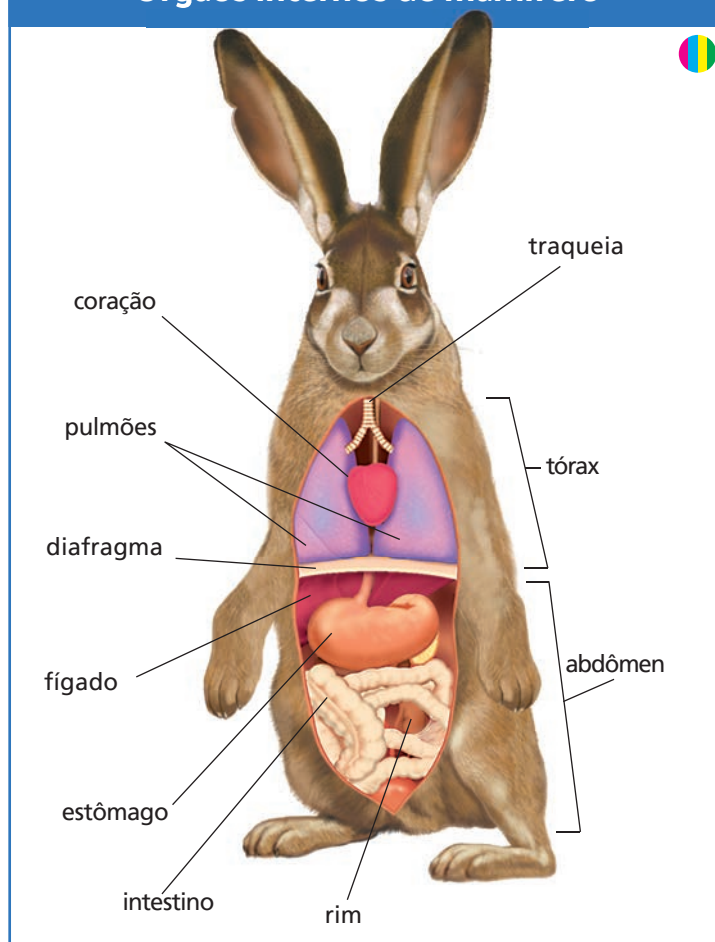
Os pulmões dos mamíferos são esponjosos, pois sua organização baseia-se em **alvéolos**, estruturas pequenas, numerosas e muito irrigadas por vasos sanguíneos. Eles constituem os locais de trocas gasosas entre o ar e o sangue que circula pelos capilares.

Uma característica relacionada ao sangue dos mamíferos é a ausência de núcleo nas hemácias (glóbulos vermelhos). As células que originam as hemácias possuem núcleo no início de sua formação na medula óssea vermelha, mas à medida que se transformam em hemácias adultas, tornam-se **anucleadas**. Essa é uma característica exclusiva dos mamíferos, não observada apenas no grupo dos camelos e dromedários.

Quanto à reprodução, os mamíferos são animais de **fecundação interna**. Alguns poucos são ovíparos, sendo a maioria vivípara. A partir do zigoto, tem início o desenvolvimento embrionário. Até a formação completa dos órgãos, o indivíduo em desenvolvimento é chamado **embrião**. Após esse período, durante o aumento do tamanho do corpo, é chamado **feto** até o nascimento. Todos os mamíferos apresentam desenvolvimento direto, sem ocorrência de estágio larval.

A forma de reprodução é usada como critério sistemático na classificação dos mamíferos.

## Órgãos internos de mamífero



Os mamíferos apresentam **cuidado parental**, durante um tempo que varia de espécie para espécie. Na foto, a fêmea amamenta o filhote. O dromedário fêmea mede cerca de 1,8 m de altura.





^ **Feto de ser humano**, com cerca de 7 semanas de gestação. Mede cerca de 1,5 cm de comprimento.



### RECORDE-SE

#### A placenta e as trocas de materiais e gases

A placenta é uma estrutura formada pela interação entre a parede do útero materno, e certos anexos embrionários. Através dela ocorrem trocas de materiais e gases entre a circulação sanguínea da mãe e a do feto em desenvolvimento. Não há, entretanto, passagem direta do sangue materno para o feto e vice-versa. As trocas ocorrem por difusão, pois os vasos maternos e os vasos do feto situam-se próximos entre si na placenta.



^ **Equidna**, nativa da Austrália e Nova Guiné, cujos pelos são transformados em espinhos. Ela mede cerca de 30 cm de comprimento e se alimenta, principalmente, de formigas e cupins.



^ **Ornitorrinco** durante mergulho. Observe o bico e as pernas, adaptadas para o nado. Os filhotes se alimentam do leite que escorre das glândulas mamárias da fêmea, que não possuem mamilos. O ornitorrinco adulto mede de 30 cm a 40 cm de comprimento, sem a cauda.

## 5 Classificação dos mamíferos

A classe dos mamíferos é dividida em três grupos:

- ^ **prototérios** ou **monotremados** – são ovíparos;
- ^ **metatérios** ou **marsupiais** – são vivíparos, mas o filhote nasce incompletamente formado, completando seu desenvolvimento no marsúpio da mãe, uma bolsa situada no abdômen, na qual ficam as aberturas das glândulas mamárias;
- ^ **eutérios** ou **mamíferos placentários verdadeiros** – são vivíparos e os filhotes já nascem completamente formados.

A classificação em prototérios, metatérios e eutérios baseia-se no termo “térios”, que se refere a mamíferos vivíparos. O termo eutérios (*eu* = verdadeiro) faz referência àqueles cujas fêmeas possuem placenta, possibilitando o desenvolvimento completo do feto dentro do útero materno. Metatérios (*meta* = ao lado; em paralelo) são os que se situam “ao lado” dos eutérios, pois desenvolvem placenta rudimentar e os fetos apenas iniciam o desenvolvimento no útero. Prototérios são os mais primitivos (*proto* = primeiro, primitivo, anterior), representados pelos mamíferos ovíparos (não vivíparos), que não possuem placenta.

A placenta permite que o desenvolvimento do embrião ocorra dentro do organismo materno, no útero; nutrientes e gás oxigênio são obtidos do sangue materno, que também recebe os resíduos do metabolismo do embrião.

Além da placenta, os mamíferos apresentam os anexos embrionários: saco vitelino, âmnio, cório e alantoide, que também ocorrem em répteis e aves. A alantoide e o cório participam da formação da placenta nos mamíferos eutérios, e não são desenvolvidos como nos répteis e nas aves. O saco vitelino é reduzido e sem função de reserva de nutrientes para o embrião nos mamíferos placentários. A nutrição do embrião, nesses casos, é feita através da placenta, e não pelo saco vitelino.

### <5.1> Prototérios ou monotremados

São animais com fecundação interna e ovíparos, sendo seus ovos semelhantes aos dos répteis e das aves. Além disso, possuem cloaca, o que deu origem ao termo monotremados, que significa “um (*mono*) orifício (*tremata*)”. Pertencem a este grupo a equidna e o ornitorrinco.



## 5.2 Metatérios ou marsupiais

Os metatérios são vivíparos, mas desenvolvem placenta muito rudimentar e os fetos completam seu desenvolvimento dentro do **marsúpio**, uma bolsa existente no abdômen da mãe.

Existem atualmente cerca de 250 espécies de marsupiais, a maioria vivendo na Austrália, como o canguru e o coala; no Brasil, há o gambá e a cuíca.



Frank Lukaseck/Corbis/Latinstock

^ **Gambá fêmea e filhotes.** O adulto mede cerca de 40 cm de comprimento, sem a cauda.



Frans Lanting/Corbis/Latinstock

^ **Canguru fêmea com filhote no marsúpio.** Os cangurus da espécie mostrada na foto podem atingir 2 m de comprimento, com a cauda.

## 5.3 Eutérios

Eutérios são os mamíferos cujas fêmeas possuem placenta bem desenvolvida, capaz de nutrir o feto, que já nasce formado.

Esse é o maior grupo de mamíferos, com mais de 90% do total de espécies. Distribui-se por diversas ordens, das quais serão dados apenas alguns exemplos. Como regra geral, os nomes das ordens são criados com base em alguma característica dos seus representantes, como veremos nos exemplos a seguir.



### MULTIMÍDIA

**100 animais ameaçados de extinção no Brasil e o que você pode fazer para evitar**

Sávio Freire Bruno, Ediuoro, 2008.

Com fotografias, o livro traz informações de espécies da fauna brasileira ameaçadas de extinção. Para preservar é preciso conhecer.



Divulgação

### Ordem dos desdentados



Layer: W./Arco Images/Glow Images

^ O tamanduá, pertencente à ordem dos desdentados (desprovidos de dentes), possui uma língua muito comprida e a utiliza para a captura de seus alimentos, geralmente formigas e cupins. Ele introduz a língua no formigueiro, ou no cupinzeiro, e a retira com os insetos aderidos a ela. O **tamanduá-mirim** (foto) mede cerca de 60 cm de comprimento, sem a cauda. O tatu também pertence à ordem dos desdentados; embora possua dentes, estes são incompletamente formados. Os desdentados são também chamados xenartros.

### Ordem dos sirênios



Luciano Candisani/Kino

^ Esses mamíferos são aquáticos e com membros adaptados ao nado, em forma de nadadeira; o nome sirênios vem de "sereia", referência ao hábito aquático. Os exemplos brasileiros são as espécies de peixe-boi, animais herbívoros. Uma das espécies vive nos rios da Amazônia e a outra, no litoral do Nordeste. A foto mostra o **peixe-boi-da-amazônia**, fotografado em cativeiro; mede cerca de 2 m de comprimento.

## Ordem dos quirópteros

➤ As diversas espécies de **morcegos** formam a ordem dos quirópteros, animais cujos membros anteriores (braços e mãos) são transformados em asas, o que é uma adaptação ao voo (*qui*ro = mão; *ptero* = asa). Há grande diversidade de hábitos alimentares entre os quirópteros. Muitos se alimentam de insetos, frutos ou néctar de flores e poucas espécies alimentam-se de sangue. O morcego da foto tem corpo com cerca de 8 cm de comprimento.



Fabio Colombini/Acervo do fotógrafo

## Ordem dos carnívoros



Fabio Colombini/Acervo do fotógrafo

➤ Os carnívoros, grupo ao qual a onça e o cão pertencem, são animais adaptados a uma alimentação constituída basicamente de carne. São, assim, animais predadores, com dentes caninos bem desenvolvidos, com os quais perfuram e rasgam a carne de suas presas. A maioria é terrestre, mas existem alguns carnívoros semiaquáticos, como a **ariranha**, que vive em riachos, alimenta-se de peixes e cava tocas nas margens; mede cerca de 1,5 m de comprimento.

## Ordem dos roedores



Fabio Colombini/Acervo do fotógrafo

➤ São mamíferos especializados em roer alimentos. Possuem dentes incisivos bem desenvolvidos, que crescem continuamente, compensando o desgaste causado pelo hábito alimentar. Exemplos: rato, capivara, paca, esquilo. A **capivara** é o maior roedor do mundo, podendo medir até 1,3 m de comprimento. O nome capivara vem do tupi-guarani e significa "comedor de capim". Vive nas margens de riachos das Américas Central e do Sul.

## Ordem dos artiodáctilos

➤ São mamíferos com casco, que apresentam dedos em número de dois, ou, mais raramente, de quatro. Exemplo: porco, boi, camelo, carneiro, veado, dromedário. Na imagem, um **porco doméstico**.



Photodisc/Arquivo da editora

## Ordem dos primatas



Kevin Schaefer/Corbis/Latinstock

➤ São mamíferos que se caracterizam pelas mãos e pelos pés com cinco dedos distintos e polegar oponível. Os olhos são dirigidos para a frente e a cabeça forma um ângulo reto com o pescoço. São representados pelos macacos e pelos **seres humanos**.  
 ➤ O **mico-leão-dourado**, nativo da Mata Atlântica, mede cerca de 30 cm de comprimento, sem a cauda.



PhotoNonStop/Glow Images





## Peso e densidade

Neste capítulo vimos que a baixa densidade das aves é um fator importante para o voo. **Densidade** é a razão entre massa e volume, sendo o mesmo que massa específica, cuja unidade no Sistema Internacional de Unidades (SI) é o  $\text{kg/m}^3$ . No entanto, podemos considerar também a densidade relativa tomando por base uma determinada substância e atribuindo um valor aleatório para a sua densidade. Normalmente, a substância escolhida é a água, à qual atribuímos valor 1. Para saber a densidade de uma substância qualquer em relação à água, basta pegarmos volumes iguais de água e dessa substância, determinarmos suas massas e, em seguida, dividirmos o valor obtido para a substância considerada pelo valor obtido para a água.

Exemplo: se 1 litro de uma substância tiver a massa de 15 kg, sua densidade relativa será 15, pois 1 litro de água tem massa de 1 kg ( $15 : 1 = 15$ ).

Se dois corpos tiverem a mesma massa, eles terão o mesmo **peso**, pois estarão sofrendo a mesma atração gravitacional.

A massa não depende do lugar onde esteja o corpo e ela é medida em quilograma (kg); o peso depende da atração da gravidade e esta depende da distância a que se encontra o corpo em relação ao centro da Terra, ou seja, o peso varia de um lugar para outro. A unidade mais usada, na prática, para medir o peso é o quilograma-força (kgf), embora a unidade de peso do Sistema Internacional de Unidades (SI) seja o newton (N). Um kgf equivale a aproximadamente 9,8 newtons.

## Origem das aves

Você já reparou nas pernas de uma ave? Elas são recobertas por escamas epidérmicas. Essa é uma das diversas características que as aves compartilham com os répteis.

Os répteis deram origem tanto às aves quanto aos mamíferos, mas a partir de grupos diferentes. No caso das aves, os prováveis répteis ancestrais foram dinossauros bípedes que se deslocavam sobre o solo em grande velocidade, usando as pernas. Nesse grupo de dinossauros, os terópodes (Theropoda), alguns fósseis apresentam evidências de outras características em comum com as aves atuais, como ossos pneumáticos e a disposição de certos ossos no esqueleto.

Tal hipótese de parentesco evolutivo entre terópodes e aves tem sido reforçada pela descoberta recente de diversos fósseis de dinossauros com penas, como o *Caudipteryx*, ilustrado abaixo.



◀ Representação artística de *Caudipteryx*: um **dinossauro com penas**, que media cerca de 1 m de comprimento.

Curiosamente, novos estudos a respeito dos dinossauros revelaram que, provavelmente, outros grupos desses répteis fósseis também possuíam penas, como o famoso *Tyrannosaurus*, mas esses dinossauros, certamente, não eram aves. Assim, apenas a presença de penas não define o grupo das aves.

A ave fóssil mais antiga que se conhece é chamada *Archaeopteryx* ("asa antiga"), que media cerca de 70 cm de comprimento. Os fósseis dessa ave primitiva indicam que ela possuía garras, uma longa cauda e dentes.

O parentesco entre aves e dinossauros pode ser confirmado pela presença de escamas epidérmicas nas pernas das aves, a presença de ossos pneumáticos nos dinossauros terópodes, o pescoço alongado e outras características relacionadas com a disposição dos ossos.



^ Esqueleto fóssil de *Archaeopteryx*, medindo cerca de 25 cm de comprimento. A idade deste fóssil é de cerca de 150 milhões de anos.



## A origem evolutiva dos mamíferos

Ao ler a descrição de um ornitorrinco, você pode ter a impressão de que, por serem mamíferos com características primitivas e por sua semelhança com as aves (bico e oviparidade), os mamíferos surgiram, durante a evolução, a partir de um grupo de aves. No entanto, isso não é verdadeiro.

O estudo dos fósseis e de características moleculares indica que os mamíferos atuais tiveram sua origem comum em um grupo de répteis extintos, conhecidos como mamaliformes.

Os primeiros mamíferos eram provavelmente animais de hábito noturno, pois possuíam capacidade de regular sua temperatura interna, e assim evitavam a competição por alimento com os vertebrados de hábito diurno que dominavam o ambiente terrestre naqueles períodos: os dinossauros e outros répteis.

As aves, por sua vez, surgiram a partir do grupo de dinossauros terópodes, como você já sabe.



Corel/Arquivo da editora

^ Detalhe do curioso **bico do ornitorrinco**.

## A origem evolutiva dos cetáceos

A ordem dos cetáceos agrupa as baleias e os golfinhos. Esses mamíferos são exclusivamente aquáticos; possuem corpo hidrodinâmico, membros anteriores transformados em nadadeiras e membros posteriores ausentes – veja as imagens ao lado, da baleia-cinza. O corpo é quase totalmente desprovido de pelos e a pele não possui glândulas, com exceção das mamas.

Os cetáceos descendem de uma linhagem extinta de mamíferos terrestres e as características anatômicas e fisiológicas que permitem sua vida aquática surgiram ao longo da evolução desse grupo.

O curioso esguicho que sai do alto da cabeça dos cetáceos é a condensação do vapor de água existente no ar expirado pelas narinas, que se situam no alto da cabeça. Os cetáceos conseguem realizar mergulhos demorados, mas precisam subir regularmente à superfície e obter ar. Assim como os outros mamíferos, os cetáceos respiram por pulmões.

Atualmente, existem mais de 150 espécies conhecidas de cetáceos, muitas delas ameaçadas de extinção devido às alterações em seu *habitat*.



Denis Scott/Corbis/Latinstock

Tom Mchugh/Getty Images

^ Foto de **baleia-cinza** (A) e uma ilustração de seu esqueleto (B). Ela pode medir até 15 m de comprimento.



## 1 O que os pássaros e os aviões têm em comum?

Os pássaros e os aviões têm asas e conseguem voar. Mas será que só a presença de asas já permite o voo? Nos tempos antigos, muitas pessoas tentaram sair do chão e voar construindo asas artificiais, inclusive com penas – e nunca conseguiram ficar mais do que alguns segundos no ar... Emas, avestruzes e outras aves também não voam, apesar das asas e das penas.

Para voar é preciso que a gravidade, a força peso que nos mantém presos ao chão, seja equilibrada. Os pássaros e os aviões possuem formas características que lhes permitem produzir esse equilíbrio durante o voo. Vamos analisar o caso dos pássaros.

Para manter o voo e ganhar altura, uma importante característica é o formato do corpo e das asas, chamado **aerodinâmico**. Quando a ave está em voo, a asa corta suavemente o ar, que se divide em duas correntes: uma parte passa pela superfície superior e a outra segue pela superfície inferior da asa. A parte superior da asa apresenta uma curvatura mais acentuada que a parte inferior. Devido a essa curvatura, o ar do lado superior da asa adquire maior velocidade e, assim, exerce menor pressão sobre esse lado; o contrário ocorre na parte inferior. Essa diferença de pressão resulta em uma força para cima, o **empuxo**, que sustenta o pássaro no ar.

O empuxo só existe se o pássaro se move em relação ao ar. Para um passarinho como o pardal alçar voo, duas ou três batidas das asas lhe proporcionam o empuxo suficiente. Pássaros maiores, além de bater vigorosamente suas asas, ligeiramente inclinadas, também correm, até atingir as velocidades de decolagens.

O formato das asas dos pássaros inspirou a construção das asas dos aviões, que apresentam formato curvo na parte superior. Os aviões também são aerodinâmicos.

E quanto ao voo planado? O Sol aquece a superfície da Terra e essa superfície aquecida esquentando o ar próximo a ela. O ar quente dilata-se, torna-se menos denso e sobe; ao mesmo tempo, o ar frio desce, por ser mais denso. Formam-se, assim, as chamadas **correntes de convecção**: o ar quente sobe, formando a corrente ascendente ou térmica, e o ar frio desce, formando a corrente descendente.

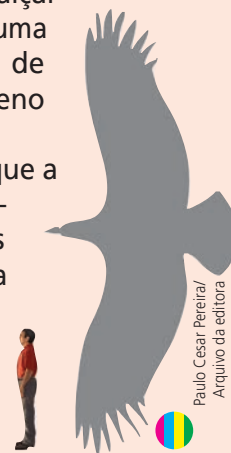
Para se manter no ar, as aves, os planadores e as asas-deltas precisam ficar dentro da térmica, razão pela qual ficam girando dentro dela. Dessa forma, não somente se mantêm no ar como podem ganhar altura.

Em 2007, foi publicado um trabalho a respeito do mecanismo de voo de uma ave fóssil que corresponde ao maior pássaro conhecido, *Argentavis magnificens*, encontrado na Argentina. Os fósseis desse pássaro datam de cerca de 6 milhões de anos e surpreendem pelas dimensões: de 6 m a 8 m de extensão das asas e 3,5 m de comprimento. Estima-se que a ave apresentasse cerca de 65 kg quando adulta. E se tratava de uma ave voadora! Como seria possível uma ave dessas dimensões voar?

Os autores da pesquisa sugerem que esses gigantescos pássaros realizavam voo planado. Eles analisaram a aerodinâmica dessa ave pré-histórica introduzindo informações sobre as dimensões em um programa informatizado de simulação de voo. De modo semelhante aos modernos condores, o pássaro provavelmente aproveitava correntes térmicas dos Andes e podia atingir mais de 100 km/h de velocidade. Para alçar voo, a espécie possivelmente usava uma das técnicas utilizadas por pilotos de asa-delta, como correr em um terreno inclinado para obter impulso.

Verifica-se, por este exemplo, que a capacidade voadora das aves está relacionada à densidade de seus corpos e a outras adaptações, e não à massa corpórea ou às suas dimensões.

> Compare as dimensões da **ave fóssil** *Argentavis magnificens* com as de um **ser humano** com cerca de 1,7 m de altura.



Paulo Cesar Pereira/  
Arquivo da editora

### DEPOIS DA LEITURA...

Procure observar as aves que ocorrem na região onde mora e acompanhe o comportamento de voo para verificar se elas praticam mais o voo planado ou o voo remado (batido). Analise o que acontece com aves que planam quando estão em uma térmica. Anote suas observações no caderno.

Resposta pessoal.



## 2 Biogeografia

Os marsupiais são encontrados na Austrália, Nova Zelândia e no continente americano. Como explicar a distribuição desses animais? Por que não habitam outras áreas? Esse é um exemplo de caso analisado pela **Biogeografia**, ramo da Biologia que procura explicar os padrões de distribuição dos seres vivos na biosfera terrestre.

A ideia de que a distribuição das espécies está relacionada a fatores ambientais é antiga. Diversos autores contribuíram para o pensamento biogeográfico, mas foi a partir de Charles Darwin e Alfred Russel Wallace – este último considerado o “pai da Biogeografia” – que uma interpretação mais apurada foi construída. Esses dois cientistas propuseram, no século XIX, a ideia de evolução por seleção natural. De modo independente, ambos perceberam que as populações interagem com o meio onde vivem, sofrendo seleção de determinadas características ao longo das gerações.

No início do século XX, a teoria da deriva continental, proposta pelo alemão Alfred Wegener, trouxe novas perspectivas na formulação de hipóteses acerca da distribuição dos organismos na Terra. Wegener considerou a semelhança dos contornos dos continentes africano e sul-americano, que parecem se encaixar, além das semelhanças de fósseis encontrados nesses continentes, entre outras evidências, e concluiu que todos os continentes poderiam ter sido um só no passado. Esse grande continente foi por ele chamado Pangea e teria se fragmentado a partir de 250 milhões de anos atrás.

A teoria da deriva continental foi muito criticada pelos cientistas da época, mas algumas décadas mais tarde novas evidências vieram reforçar a provável existência da Pangea. Os continentes não estão “à deriva”, mas sofrem deslocamentos a partir da movimentação do magma, camada rochosa viscosa sobre a qual estão as placas tectônicas. Essas



PhotoNonStop/Glow Images

^ **Coala fêmea com filhote**, fotografados em um eucalipto. O filhote permanece com a mãe por aproximadamente um ano. O adulto mede cerca de 65 cm de comprimento.

placas formam os continentes e o assoalho oceânico, e podem se afastar ou colidir, o que determina grandes transformações no relevo da Terra. Com a separação da Pangea, formou-se o oceano Atlântico, entre outras mudanças geológicas.

Com a teoria da tectônica de placas, tornou-se possível explicar a distribuição de espécies pelos continentes e a separação de grupos que descendem de uma linhagem comum. Existe uma relação entre a evolução geológica (fragmentação dos continentes) e a biológica (especialização). É importante considerar, no entanto, que existem outros fatores envolvidos na evolução das espécies.

Vamos voltar ao exemplo dos marsupiais. O registro fóssil indica que os marsupiais já existiam na época da Pangea e quando os continentes América do Sul e Austrália foram isolados, populações de marsupiais ali sobreviveram e se diversificaram.

A dinâmica da Terra continua ativa e as espécies continuam sofrendo o processo evolutivo. Atualmente, porém, mais um fator interfere na distribuição das espécies: os impactos ambientais causados por atividades humanas. O crescimento desorganizado das zonas urbanas, a queima de combustíveis fósseis, o desmatamento e outros fatores aceleram a criação de um novo cenário biogeográfico na Terra, alterando os padrões de distribuição das espécies – isso quando não se tornam ameaçadas de extinção.

### DEPOIS DA LEITURA...

Com sua equipe, faça uma pesquisa a respeito da teoria da tectônica de placas. Em seguida, transformem as informações pesquisadas e as desta leitura em um infográfico, esquema que reúne imagens e textos explicativos curtos.

Veja comentários no Manual.

3. Os ossos pneumáticos, preenchidos por ar, tornam o corpo menos denso. A quilha facilita a penetração do corpo da ave na massa de ar e sustenta a musculatura que promove o voo.

## Revendendo e aplicando conceitos

1. a) Comunicação entre indivíduos da espécie, atração das fêmeas, demarcação de território.

1. Sobre o canto das aves, responda.

a. Que funções o canto pode exercer para uma espécie de pássaro?

b. Qual é a estrutura responsável pela produção do canto? 1. b) Siringe.

c. As penas coloridas, geralmente observadas nos machos, podem realizar uma função semelhante a do canto. Que função seria essa?

1. c) Atração de fêmeas. Geralmente, é o macho que atrai a fêmea.

2. As aves não apresentam dentes, embora a presença de dentes seja observada em grupos fósseis com parentesco evolutivo próximo às aves.

a. A ausência de dentes nas aves atuais pode ser considerada uma adaptação ao voo? Justifique.

2. a) Sim, pois contribui para a redução do peso corporal da ave.

b. Se as aves não possuem dentes, como o alimento é triturado?

2. b) Em muitas aves, o alimento é amolecido no papo e triturado na moela.

3. Explique de que forma os ossos pneumáticos e a quilha no osso esterno contribuem para o voo das aves.

4. Os pinguins são aves carenatas, isto é, possuem esterno com carena e, no entanto, não voam. Cite algumas características que podem ser adaptações dos pinguins ao nado. 4. Asas que atuam como nadadeiras, penas unidas, formato hidrodinâmico do corpo.

5. A equidna é um animal que pode ser facilmente confundido com uma ave: possui bico e põe ovos. Cite três características da equidna que comprovem que ela pertence à classe dos mamíferos.

5. Possui pelos (transformados em espinhos), glândulas mamárias e diafragma.

6. As penas das aves e os pelos dos mamíferos são estruturas que possuem funções semelhantes nos grupos em que ocorrem. Explique que função é essa e quais as vantagens que tais características

6. Homeotermia: manutenção da temperatura corporal em um nível constante. Vantagem evolutiva: sobrevivência em períodos de mudanças climáticas.

conferiram a esses animais na história evolutiva dos vertebrados.

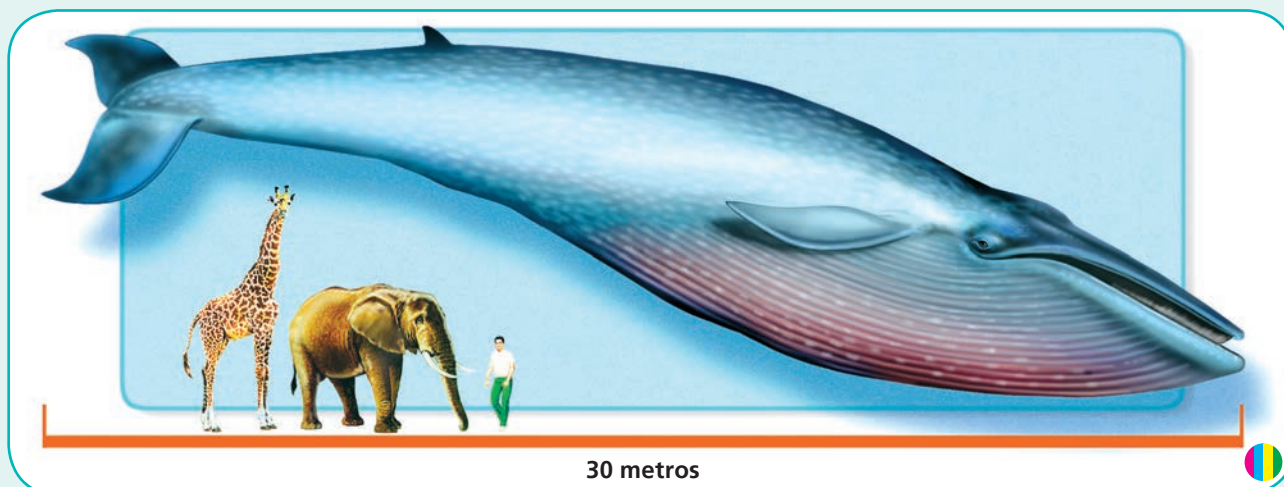
7. Escolha uma espécie de mamífero eutério nativo do Brasil e pesquise fatos interessantes sobre ela: *habitat*, comportamento, interações com outras espécies, conservação etc. Depois monte um esquema com a classificação do mamífero que você escolheu, do nível de espécie até o reino. 7. A resposta dependerá do mamífero escolhido pelo aluno.

8. Pouca gente se dá conta de que o litoral sul do Brasil, em especial Santa Catarina, é uma das áreas mais importantes em todo o planeta para a reprodução das baleias. É aqui que a baleia-franca, um gigante pacífico e ameaçado de extinção, vem ter seus filhotes e amamentá-los, de maio a outubro. (Folheto do Projeto Baleia-Franca, IWC/Brasil, Florianópolis, SC).

a. Se alguém lhe perguntasse: "Como você sabe que a baleia é um mamífero?", qual seria a sua resposta? 8. a) As baleias apresentam glândulas mamárias e placenta desenvolvida.

b. Existem diversas campanhas para conservação de baleias e golfinhos. Qual é a importância desses animais para o equilíbrio ecológico? Qual é a importância desse tipo de campanha do ponto de vista socioambiental? Troque ideias com um colega e depois escreva sua opinião, em um texto na forma de reportagem de revista.

c. Entre os cetáceos está o maior animal existente na Terra atualmente, a baleia-azul, que chega a aproximadamente 30 m de comprimento. Veja na ilustração a seguir uma comparação de tamanho entre alguns mamíferos. Consulte livros e sites de divulgação científica e descubra a que ordem pertence cada um dos mamíferos representados abaixo, listando as principais características dos animais de cada uma dessas ordens.



8. b) Os cetáceos participam das teias alimentares de ecossistemas aquáticos. A conservação de uma espécie exige a preservação do ambiente onde ela vive, o que significa preservar muitas outras espécies.

8. c) Baleia: ordem dos cetáceos. Girafa: ordem dos artiodáctilos. Elefante: ordem dos proboscídeos. Ser humano: ordem dos primatas. Veja comentários no Manual.

10. a) Difusão de nutrientes, excretas nitrogenadas e gases entre o sangue da mãe e do feto; produção de hormônios envolvidos na manutenção da gestação até o nascimento.

11. As penas promovem retenção de ar junto à superfície do corpo, funcionando como isolante térmico.

13. b) Ao retornar para a toca, a temperatura corporal do esquilo cai. Se a temperatura corporal se mantivesse elevada por tempo prolongado, poderia haver prejuízos ao seu metabolismo.

9. Elabore uma tabela comparativa entre os cinco grupos de vertebrados que foram estudados: peixes, anfíbios, répteis, aves e mamíferos. Analise os aspectos a seguir, considerando as características gerais de cada grupo, desprezando as exceções:

- regulação térmica;
- respiração;
- circulação;
- número de átrios no coração;
- número de ventrículos no coração.

9. Com esta atividade, os alunos poderão rever o que estudaram nos capítulos de 14 a 16.

10. Sobre a placenta, anexo embrionário presente na maioria dos mamíferos, responda:

- a. Qual é a sua função?
- b. Em que grupos de mamíferos não ocorre placenta desenvolvida? 10. b) Monotremados e marsupiais.

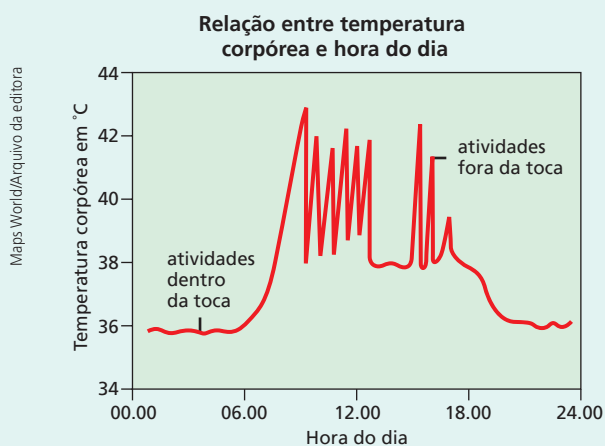
11. O aparecimento das penas está relacionado não apenas ao voo e à comunicação visual, mas também com a homeotermia. Explique por quê.

12. Em muitas espécies de peixes e anfíbios, há produção de grande quantidade de ovos, o que aumenta as chances de sucesso reprodutivo e a perpetuação da espécie. As aves, por sua vez, produzem poucos ovos a cada ciclo reprodutivo. Explique algumas características que contribuem para o sucesso reprodutivo das aves nestas condições.

12. Desenvolvimento direto; cuidado parental com ovos e filhotes.

## Trabalhando com gráficos

13. O gráfico abaixo mostra a variação na temperatura corpórea, ao longo de um dia, de um pequeno mamífero que vive em regiões áridas da América do Norte, o esquilo mostrado a seguir.



Adaptado de: WILLMER, P.; STONE, G.; JOHNSTON, I. *Environmental Physiology of Animals*. Blackwell Science Limited, 2000.

13. a) O esquilo está mais ativo durante a parte clara do dia (6 h às 18 h). Os picos de temperatura corporal mais elevada indicam que ele sai da toca diversas vezes ao dia.

13. c) Nos períodos de maior atividade, fora da toca. A elevação da temperatura corporal estimula a transpiração, que auxilia o organismo a perder calor.

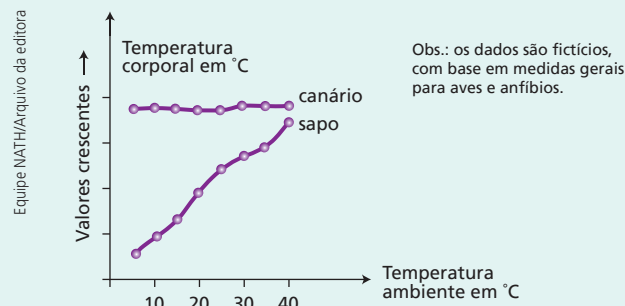


Alamy/Glow Images

Esquilo da espécie *Ammospermophilus leucurus* (mede cerca de 20 cm de comprimento, sem a cauda). Vive em tocas no solo, de onde sai periodicamente ao longo do dia.

Baseando-se no gráfico e nos seus conhecimentos, responda:

- a. Descreva o padrão de atividades do animal durante o dia, de acordo com os dados do gráfico, destacando os horários em que ele está mais ativo.
- b. Observe que o animal alterna momentos em que se expõe com retornos à toca. Este comportamento está relacionado com a regulação térmica dele. Justifique essa afirmação.
- c. Em que momentos do dia o esquilo deve apresentar maiores taxas de transpiração? Justifique.
14. O gráfico esboçado abaixo mostra as variações da temperatura corporal de um canário e de um sapo, com massas corpóreas aproximadas, quando expostos a diferentes condições de temperatura do ambiente. Explique as diferenças observadas nos resultados obtidos com o canário e com o sapo.



## Questões do Enem e de vestibulares

15. (Unicamp-SP) As aves migratórias voam muitas vezes a grandes altitudes e por longas distâncias sem parar. Para isso, elas apresentam adaptações estruturais e também fisiológicas, como a maior afinidade da hemoglobina pelo oxigênio.

14. O sapo é peclotermo e ectotermo. O canário é homeotermo e endotermo. Veja mais comentários no Manual.



15. a) Aves migratórias voam grandes distâncias, necessitando de muito  $O_2$  para manter a atividade muscular.

15. b) Os ossos pneumáticos, os sacos aéreos e a ausência de bexiga urinária tornam o corpo menos denso. Os músculos associados à quilha e o formato aerodinâmico do corpo permitem o voo.

a. Explique a importância da maior afinidade da hemoglobina pelo oxigênio nas aves migratórias.

b. Indique duas adaptações estruturais que as aves em geral apresentam para o voo e qual a importância dessas adaptações.

16. (UERJ) A amônia é produzida pelos organismos vivos, especialmente durante o catabolismo dos aminoácidos. Por ser muito tóxica, alguns vertebrados a incorporam, antes da excreção, como ácido úrico ou como ureia.

Cite um vertebrado que excreta diretamente amônia e identifique o principal órgão excretor dessa substância. Aponte, também, uma vantagem de adaptação ambiental relativa às aves e outra relativa aos répteis, por excretarem ácido úrico, substância pouco solúvel em água.

17. (UFU-MG) De todos os grupos de vertebrados, as aves possuem o maior número de adaptações para que possam realizar o voo. Cite as adaptações que são encontradas nos sistemas:

17. a) Penas.

17. c) Sacos aéreos.

a. dérmico.

c. respiratório.

b. esquelético.

d. excretório.

17. b) Ossos pneumáticos; quilha. 17. d) Excreção de ácido úrico, sem armazenamento em bexiga urinária (ausente).

18. (UFJF-MG) Os mamíferos apresentam mais de quatro mil espécies, incluindo a baleia-azul, com 160 toneladas de peso e 30 m de comprimento, e o pequeno musaranho, com 3 g e 8 cm. Seus representantes possuem uma grande diversidade morfofisiológica, o que permitiu a ocupação de diferentes ambientes (terra, ar, água doce e mar). 18. a) Glândulas mamárias e pelos.

a. Cite duas características que distinguem os mamíferos dos demais vertebrados.

18. b) O gambá é um marsupial; o desenvolvimento do filhote se completa após o nascimento.

b. O período de gestação dos mamíferos está diretamente relacionado com o tamanho do corpo. O elefante, por exemplo, apresenta uma gestação de 22 meses e o rato doméstico, de 19 dias. Entretanto, o gambá, que é maior que o rato doméstico, apresenta uma gestação de apenas 13 dias. Explique a diferença entre o tempo de gestação do gambá e do rato doméstico.

18. c) Consulte o Manual.

c. Algumas espécies de mamíferos, como os ratos silvestres, que vivem em regiões de clima temperado, onde o frio é intenso, apresentam uma estratégia para suportar este período de condições climáticas desfavoráveis. Essa estratégia é conhecida como hibernação. Qual é o mecanismo fisiológico envolvido nesse processo e qual é a sua vantagem para o animal?

16. Amônia: maioria dos peixes; excretada pela cloaca. Nas aves, a excreção de ácido úrico diminui a densidade do corpo. Para os répteis, permite a sobrevivência em ambientes áridos.

19. a) Ossos pneumáticos, ausência de dentes, quilha, membros anteriores transformados em asas.

18. d) Membros anteriores achatados, adaptados ao nado; adaptações fisiológicas ao mergulho.

d. Cite duas adaptações que permitem ao peixe-boi ocupar o ambiente aquático.

19. (Unicamp-SP-mod.) Nas aves, a aquisição evolutiva de penas foi um passo importante para o voo.

a. Cite duas outras características que permitiram às aves aprimorar a capacidade de voo.

19. b) Endotermia; atração sexual.

b. Além do voo, dê outra função das penas.

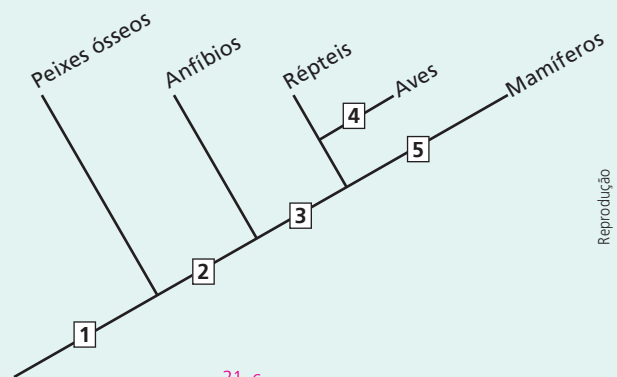
20. (Unicamp-SP-mod.) Várias evidências científicas comprovam que as aves são descendentes diretas de espécies de dinossauros que sobreviveram ao evento de extinção em massa que assolou o planeta 65 milhões de anos atrás. O achado mais recente, um dinossauro emplumado chamado *Epidexipteryx hui*, foi apresentado na Revista *Nature*. Alguns dinossauros menores adquiriram a capacidade de voar, e foram eles, provavelmente, que sobreviveram ao cataclismo e deram origem às aves modernas.

(Adaptado de Herton Escobar, *Curiosidades e maravilhas científicas do mundo em que vivemos*. <[www.estadao.com.br/vidae/imagineso\\_265208,0.htm](http://www.estadao.com.br/vidae/imagineso_265208,0.htm)>. Acessado em: 27 out. 2008.)

Conforme o texto, as aves provavelmente seriam descendentes de um grupo de dinossauros, relação cada vez mais evidenciada pelo estudo dos fósseis. Contudo, as aves modernas diferem dos répteis quanto ao sistema respiratório, diferença essa que pode ser considerada uma adaptação ao voo. Que diferença é essa e como ela está relacionada com o voo?

21. (Enem-2015) O cladograma representa, de forma simplificada, o processo evolutivo de diferentes grupos de vertebrados. Nesses organismos, o desenvolvimento de ovos protegidos por casca rígida (pergamínacea ou calcárea) possibilitou a conquista do ambiente terrestre.

O surgimento da característica mencionada está representado, no cladograma, pelo número:



21. c

a. 1. b. 2. c. 3. d. 4. e. 5.

20. As aves possuem sacos aéreos, que podem penetrar os ossos pneumáticos. Quando cheios de ar, reduzem a densidade do corpo da ave.

## A

**a:** do grego *a* = sem; prefixo de negação

**actino:** do grego *aktis* = raio

**aero:** do grego *aer* = ar; em geral relacionado à presença de oxigênio

**ambular:** do grego *ambulare* = caminhar

**an:** do grego *an* = não; prefixo de negação

**andro** (ou **ândrico**): do grego *ander* = relativo ao sexo masculino

**anemo:** do grego *ânemos* = vento

**anfi:** do grego *amphi* = de ambos os lados

**angio:** do grego *angeion* = vaso, urna, jarra

**antropo:** do grego *anthropo* = ser humano

**arqueio:** do grego *archaios* = antigo; primitivo

**artro:** do grego *arthro* = articulação; articulado(a); junta

**aster:** do grego *astér* = estrela

**auto:** do grego *autos* = próprio; de si mesmo

## B

**bio:** do grego *bio* = vida

**blata:** do latim *blatta* = barata

## C

**cario:** do grego *káryon* = núcleo

**cefalo:** do grego *kephale* = cabeça

**ciclo:** do grego *kiklos* = círculo; circular

**cito:** do grego *kytos* = célula

**clado:** do grego *clados* = ramos

**coano:** do grego *choane* = funil

**coco:** do grego *kokkos* = grão; formato esférico

**coleo:** do grego *koleon* = estojo; bainha

**condro:** do grego *chondro* = cartilagem

**crino:** do grego *krínon* = semelhante a lírio

**cripto:** do grego *kryptos* = escondido; oculto

## D

**delos:** do grego *dêlos* = visível

**derme:** do grego *derma* = pele

**di:** do grego *di* = dois, duas

**diplo:** do grego *diploos* = duplo, dois

**dis:** do grego *dys* = defeito; mau estado; mau funcionamento

## E

**eco:** do grego *oikos* = casa

**ecto:** do grego *ektos* = externo

**endo:** do grego *endon* = interno

**enteron:** do grego *enteron* = intestino

**entomo:** do grego *entoma* = inseto

**epi:** do grego *epi* = em cima; sobre

**equino:** do grego *echínos* = espinho

**esperma:** do grego *sperma* = semente

**esquisto:** do grego *schistós* = fendido; fenda

**esquizo:** do grego *schizo* = que se divide

**estafilo:** do grego *staphule* = cacho de uvas

**estoma:** do grego *stoma* = boca

**estrepto:** do grego *strephein* = curvar

**eu:** do grego *eu* = verdadeiro

**exo:** do grego *exo* = externo

## F

**fagia, fago:** do grego *phagein* = ingerir

**fanero:** do grego *phanerós* = visível; aparente

**fasma:** do latim *phantos* = tornar visível

**filia:** do grego *phília* = atração; afinidade

**fisio:** do grego *physis* = natureza; usado no sentido de função

**fita, fito:** do grego *phyton* = planta

**fobia:** do grego *phobía* = medo; rejeição

**foto:** do grego *photos* = luz

## G

**gama** (ou **game**): do grego *gamos* = união; casamento

**gastro:** do grego *gaster* = estômago

**gênese:** do grego *genes* = origem; nascer

**geo:** do grego *geô* = Terra

**gimno:** do grego *gymn* = nu, nua

**gin:** do grego *gyn, gyne* = fêmea; mulher; feminino

**gnato:** do grego *gnathos* = mandíbula

**glossa:** do grego *glossa* = língua

## H

**helminto:** do grego *helminthos* = verme

**hemi:** do grego *hemi* = meio, pela metade

**hemo** (ou **hemato**): do grego *haima* = sangue

**hetero:** do grego *heteros* = diferente

**hidro:** do grego *hydor* = água

**histo:** do grego *histos* = tecido

**hímen:** do latim *hymen* = membrana

**holo:** do grego *holos* = todo

**homo** (ou **homeo**): do grego *homoios* = semelhante; parecido

## I

**ictes** (ou **icties**): do grego *ichthys* = peixe

**iso:** do grego *isos* = igual

## L

**lepido:** do grego *lepis* = escama

**logia:** do grego *logos* = discurso; estudo; tratado

**luca:** do latim *lux* = brilho; luz; luminescência

## M

**macro:** do grego *makros* = grande

**meta**<sup>1</sup>: do grego *meta* = ao lado; além de; em paralelo

**meta**<sup>2</sup>: do grego *metábole* = mudança; transformação

**mico** (ou **miceto**): do grego *mykes* = fungo

**micro:** do grego *mikros* = pequeno

**molu:** do latim *mollis* = mole

**mono:** do grego *mónos* = único

**morfo:** do grego *morphe* = forma

**multi:** do latim *múltus* = muitos(as)

## N

**nema:** do grego *nema* = fio

**nocti:** do latim *noctis* = noite

## O

**odonto:** do grego *odon* = dente

**ofi** (ou **ophio**): do grego *óphis* = serpente

**oide:** do grego (*o*)*eidés* = semelhante a; parecido com

**oligo:** do grego *olígos* = poucos(as)

**ornito:** do grego *órnthos* = ave

**orto:** do grego *orthos* = reto(a)

**osteo:** do grego *osteo* = osso

**oxo:** do grego *oxys* = afiar, no sentido de agudo

## P

**pato:** do grego *páthos* = doença

**pecilo:** do grego *poikilo* = variado, diverso

**penta:** do grego *pente* = cinco

**pirro:** do grego *pyr* = fogo

**plato:** do grego *plattus* = achatado

**podes:** do grego *podes* = pés

**poli:** do grego *polys* = muitos(as)

**poro:** do grego *porus* = orifício

**procto:** do grego *proktós* = ânus

**proto:** do grego *protos* = primeiro

**pseudo:** do grego *pseudes* = falso

**pterígeo:** do grego *pterygion* = pequena asa; barbatana; nadadeira

**ptero:** do grego *pterón* = asa

## Q

**queto** (ou **chaeto**): do grego *chaíte*; *cheto* = cerda; cabeleira; crina

**quiro:** do grego *cheirós* = mão

## R

**ragia:** do grego *rhag* = derramamento; fluxo

**rinco:** do grego *rhynchos* = focinho

**riza:** do grego *rhiza* = raiz

## S

**sacaro:** do grego *sakcharon* = açúcar

**sapro:** do grego *sapros* = podre; em decomposição

**sarco:** do grego *sarx* = carne; carnoso(a)

**sifon:** do latim *sipho* = tubo

**soma:** do grego *soma* = corpo

## T

**teca:** do grego *theke* = envoltório; carapaça; "casca"

**termo, térmico(a):** do grego *therme* = calor

**tetra:** do grego *tetras* = quatro

**tomo** (ou **tomia**): do grego *tomos* = corte

**trema:** do grego *trêma* = orifício

**trofo:** do grego *trophus* = relativo à nutrição; alimento

**tropos** (ou **tropismo**): do grego *trope* = em direção a

## U

**uni:** do latim *uni* = um; uma

**uro:** do grego *oura* = rabo; cauda

## V

**vascular:** do latim *vasculum* = relativo a vaso

**voros:** do latim *voros* = que come; devora

## Z

**zoário:** do grego *zoon* + *arius* = relativo a um grupo animal

**zoo:** do grego *zoon* = animal



## A

abdômen, 192, 269, 272-273  
 absorção, 111, 128, 165, 229-230  
 acarino(s), 204  
 ácido  
   - acetilsalicílico, 32  
   - nucleico, 11, 27  
   - úrico, 248, 267  
 acúleo(s), 118  
 aerênquima, 107, 115  
 ágar, 66  
 ágnato(s), 218, 228  
 aids, 29-31, 38  
 albúmen, 95  
 alburno, 115  
 alevino, 227  
 alga(s), 42, 54-55, 64-67  
 alvéolo(s), 269  
 amarelão, 170-171, 174  
 ameba, 13, 47, 56-57  
 amebíase, 47, 61  
 ameboide(s), 56-59  
 ametábolos, 197  
 âmnio, 247, 267, 272  
 amniota(s), 247  
 ancestral comum, 15, 17, 207, 219, 245  
 ancilostomose, 170-171  
 androceu, 94  
 anelídeo(s), 183  
 anemofilia, 90, 97  
 anexo(s) embrionário(s), 247, 267, 272  
 anfíbio(s), 218, 223, 232-241, 247-249  
 anfioxo, 216-217  
 anfisbena(s), 251, 253, 258  
 angiosperma, 83, 90-92, 94-99, 103, 108-110  
 animal  
   - acelomado, 161  
   - amoniotético, 248  
   - bilatério, 151  
   - radiado, 151  
   - sésil, 216  
   - ureotético, 248  
   - uricotético, 248  
 antena(s), 191-192, 194, 203-204  
 antera, 94-97  
 anterídio, 85, 87-88  
 anterozoide, 85  
 antibiótico, 29, 40, 47-49, 74  
 anuro(s), 223, 232-236, 238-239

apêndice(s), 191-193  
 aplacófora, 182  
 ápoda, 236  
 aracnídeo(s), 192, 204  
 araneídeo, 204  
 arquegônio, 85, 87-88  
 artéria, 218, 226, 263, 269  
 artrópode, 191-199, 203-204, 207  
 ascaridíase, 168-169, 171  
 ascídia, 215-216  
 asco, 76, 78  
 ascocarpo, 76  
 ascomiceto, 76, 78  
 ascósporo, 76  
 átrio, 147, 217, 226, 233, 248-249, 263, 269  
 atrióporo, 217  
 audição, 266  
 autofecundação, 97, 148, 162, 166, 216  
 auxina, 134-136, 139-140  
 axolotl, 236, 238

## B

bacilariófita, 65  
 bacilo, 43  
 bacteriófago, 26-27  
 baga(s), 122  
 bacia, 92-93, 114-115, 119-120  
 barbeiro, 61  
 basídio, 77-78  
 basidiocarpo, 77  
 basidiomiceto, 77-78  
 basidiósporo, 77  
 bexiga natatória, 230-231, 237, 241  
 bico córneo, 267  
 biogeografia, 278  
 bipartição, 45, 57, 59  
 blástula, 144  
 blatódeo, 202  
 bráctea, 98  
 brânquia(s), 178-182, 203, 220, 223, 225-226, 228-230, 236  
 briófita, 82-86, 89  
 brotamento, 148, 152  
 bulbo, 115-116

## C

cabeça, 178, 192  
 cálice, 94

camada nacarada, 178  
 camuflagem, 234  
 candidíase, 75  
 capilaridade, 128, 138  
 capsídeo, 27  
 carapaça, 65, 250  
 carena, 264  
 carenata(s), 265  
 cárie dentária, 47  
 carioteca, 12, 40  
 carpelo, 94  
 cartilagem, 229  
 catafilo, 116  
 catapora, 35  
 caulóide, 84  
 caule(s), 83, 86, 103-104, 106-111, 113-119  
   - aéreos, 116  
   - aquáticos, 115  
   - modificados, 117  
   - subterrâneos, 115  
 cavidade  
   - do manto, 178  
   - gastrovascular, 151  
   - palial, 178  
 caxumba, 35  
 cefalização, 160  
 cefalocordado(s), 216  
 cefalotórax, 192  
 célula(s), 104  
   - anexas, 105  
   - anucleada, 269  
   - do parênquima, 105  
   - espermática, 90  
   - eucariótica, 12  
   - geradora, 95  
   - procariótica(s), 12  
 célula-flama, 162  
 cercária, 163  
 cianobactéria, 42  
 ciclóstomo(s), 218, 228  
 ciliado(s), 56  
 cilindro vascular central, 110  
 cipó-chumbo, 112  
 circulação  
   - aberta, 198  
   - dupla, 233  
   - lacunar, 198  
   - simples, 226  
 cissiparidade, 45, 57  
 cisticerco, 166  
 cisticercose, 167  
 citopígeo, 58  
 citoprocto, 58  
 citóstoma, 58

cladística, 15  
 cladódio, 118  
 cladograma, 16-18  
 clásser, 228  
 clitelo, 183, 185-186  
 cloaca, 218, 229-230, 234, 248, 267  
 clorênquima, 106-107  
 clorofíceia, 66  
 cnidário(s), 144, 149-155  
 cnidócito, 151  
 coanócito(s), 147  
 cobra-cega, 236  
 cobra-de-vidro, 252  
 coco(s), 43  
 colênquima, 106  
 coleóptero, 199  
 coleóptilo, 92  
 cólera, 49  
 colmo, 117  
 colônia, 42  
 condição  
   - derivada, 16  
   - primitiva, 16  
 condiloma acuminado, 36  
 condricte, 218, 223-225, 229  
 conjugação, 59  
   - bacteriana, 45  
 copépode, 203  
 cordado, 145, 211, 215-217  
 cordão nervoso, 217  
 corola, 94  
 corpo de frutificação, 72  
 córtex, 110  
 cotilédono(s), 92, 108  
 craniado(s), 217  
 criptógama(s), 82  
 crotalíneo(s), 255  
 crustáceo(s), 145, 155, 192-195, 197-199, 203-204, 207  
 cuidado parental, 267  
 cutícula, 104

## D

decápode, 193, 203  
 decompositor, 71  
 dengue, 32-33, 37  
 densidade, 237, 264, 266, 275  
 denticulo dérmico, 229  
 desenvolvimento direto, 153, 179, 197, 246, 269

diafragma, 269  
 diatomácea(s), 64-65, 68  
 dicotiledônea(s), 92-93,  
 96, 108-111,  
 114-115, 119, 123  
 dimorfismo sexual, 163,  
 168  
 dinoflagelado(s), 64-65,  
 67  
 diplococo(s), 44  
 diplópode, 193  
 dipnoico, 230  
 díptero(s), 200-201  
 disenteria, 47, 60  
 - amebiana, 61  
 doença de Chagas, 61  
 domínio(s), 14, 21-22  
 drupa(s), 122  
 dupla fecundação, 95,  
 249

## E

ecdise, 192  
 Echinodermata, 211  
 ectotermo, 234, 247  
 elapíneo, 255-256  
 elasmobrânquio, 229  
 élitro, 199  
 embrião, 90, 95, 107-108,  
 114, 247, 269, 272  
 endocarpo, 121  
 endosperma, 92, 95, 108  
 endóstilo, 215  
 endotermo (endotérmico),  
 262  
 entomofilia, 97  
 epicarpo, 121  
 epiderme, 104, 110-11,  
 115, 130, 152, 229,  
 equinodermo(s), 211-  
 215, 219-220  
 equisetínea(s), 86  
 escafópode(s), 182  
 escama placóide, 229  
 esclerênquima, 106  
 escólex, 165  
 escorpionídeo, 204  
 espécie, 14  
 - dioica, 89  
 - monoica, 89, 94  
 espermatófita, 82  
 espícula, 147-148  
 espinho(s), 117-119,  
 211-212  
 espirilo(s), 43  
 espiroqueta(s), 43-44  
 espongiocela, 146-147

esponja, 146-150  
 esporângio(s), 86-87  
 esporo(s), 72, 83, 87-91,  
 94-95  
 esporcarpo, 72  
 esporófito(s), 83-85, 90  
 esporogonia, 60  
 esporozoário(s), 56, 60  
 esporozoíto, 60  
 esquistossomose,  
 163-164  
 esquizogonia, 60, 62  
 estafilócoco(s), 44  
 estame, 93-94, 96-97  
 estigma, 94  
 estilete, 94  
 estipe, 117  
 estípula(s), 119  
 estolão(ões), 117  
 estolho(s), 117  
 estômato(s), 104, 130  
 estreptococo(s), 44  
 estrobilação, 152, 165  
 estróbilo(s), 82, 89  
 eucarionte(s), 12  
 euglenófita(s), 64, 67  
 eutério(s), 272-273  
 evolução, 13, 16  
 exoesqueleto, 192

## F

fagocitose, 57  
 família, 14  
 fanerógama(s), 82, 86,  
 128  
 fasmida, 202  
 febre amarela, 29,  
 32-33, 37  
 fecundação, 213  
 - cruzada, 97  
 - externa, 213,  
 226-227  
 - interna, 227, 269  
 feloderme, 115  
 felogênio, 115  
 fenda(s)  
 - branquiais, 215  
 - faríngeas, 228  
 feofíceas(s), 64, 66  
 fermentação, 46, 74  
 feto, 269, 272-273  
 filete, 94  
 filicínea(s), 86  
 filo(s), 14

filocládio(s), 118  
 filódio, 120  
 filoide(s), 84  
 filotraqueia(s), 198  
 fitoplâncton, 55  
 flagelado(s), 56, 59,  
 floema, 105, 110-111,  
 114-115  
 flor(es), 82-93, 93-99  
 folha(s), 83, 86, 92-94,  
 98, 103-104,  
 106-108, 116-121,  
 128-131, 134-138  
 folíolo, 120  
 foraminífero(s), 58  
 forcípula(s), 206  
 fototropismo, 132  
 frústula, 65  
 fruto(s), 93-95, 121-123  
 - deiscentes, 122  
 - indeiscentes, 122  
 fungo(s), 20-22, 71-79

## G

gametângio, 88  
 gameta(s), 82-84, 87-91  
 gametófito(s), 83-85,  
 87-88, 90-91, 94-95  
 gastroderme, 152  
 gavinha(s), 117, 120, 135  
 gema apical, 114, 124  
 gemulação, 148  
 gêmula(s), 148  
 gênero(s), 14  
 gene(s), 12, 28, 45  
 - regulador, 220  
 - homeótico, 220  
 geotropismo, 132,  
 134-135  
 germinação, 108, 133  
 giardíase, 63  
 gimnofiono(s), 223, 236  
 gimnosperma(s), 83, 89-  
 91, 94-95, 97-99, 115  
 gineceu, 94  
 girino, 232  
 glândula(s)  
 - antenal, 198  
 - coxal, 198  
 - de muco, 233  
 - de veneno, 233  
 - lacrimal, 234  
 - mamária, 268  
 - maxilar, 198  
 - odoríferas, 97  
 - parótides, 233

- sebácea, 268  
 - sudorípara, 268  
 - uropigiana, 266  
 - verde, 198  
 glicogênio, 72  
 gnatostomado(s), 218  
 grande circulação, 233  
 grão de pólen, 90, 95  
 gravídica(s), 166  
 gripe, 29-30  
 grupo monofilético, 17  
 grupo-irmão, 17

## H

hanseníase, 47  
 haplodiplobionte, 83  
 haustório, 112  
 heliozoário, 57  
 hematose, 226  
 hemiélitro, 202  
 hemimetábolo, 197  
 hemiparasita, 112  
 hepática, 83  
 hepatite, 34  
 herpes-zoster, 35  
 heterofilia, 119  
 heteróptero(s), 202  
 hexápode(s), 193, 207  
 hidrotropismo, 132  
 hifa(s), 72-73, 76  
 himenóptero(s), 200-201  
 hipoderme, 268  
 hirudina, 184  
 hirudíneo(s), 183-184  
 histoplasmose, 75  
 HIV, 30-31, 38  
 holocéfalo(s), 229  
 holometábolo, 197  
 holoparasita, 112  
 homeotermo, 262  
 hormônio vegetal, 134,  
 136, 140  
 hospedeiro  
 - definitivo, 164  
 - intermediário, 164  
 HPV, 36

## I

imunização  
 - ativa, 50  
 - passiva, 50  
 imunodeficiência, 30-31  
 indeiscente(s), 122  
 inglúvio, 267

**inseto(s)**, 192-195, 197-202, 204, 206-208  
**invertebrado(s)**, 145  
**isópode(s)**, 203  
**isóptero(s)**, 201

## J

**jabuti(s)**, 249  
**jacaré(s)**, 250

## K

**krill**, 203

## L

**lacertílio(s)**, 251  
**lagarta**, 197  
**lanterna de aristóteles**, 214  
**larva(s)**, 148, 163, 166-167, 169-172, 179-180, 184-186, 192-193, 197, 232, 236, 238  
 - de estrela-do-mar, 212  
 - plânula, 152-153  
**leishmaniose(s)**, 63  
**lenticela(s)**, 115  
**lepidóptero(s)**, 200  
**licopódinea(s)**, 86  
**limbo**, 92, 119  
**linfócito(s)**, 30-31  
**linha lateral**, 224  
**líquen(liquens)**, 73  
**loja(s)**, 93

## M

**macronúcleo**, 59  
**madeira**, 115  
**malária**, 56, 60, 62, 67  
**mamífero(s)**, 215, 218, 262-263, 268-269, 272-276  
 - placentários, 272  
**manto**, 178  
**maré vermelha**, 65  
**marsupial**, 272  
**massa visceral**, 178  
**medula**, 110  
 - espinhal, 145  
 - óssea vermelha, 28, 269  
**medusa**, 149-155  
**meningite**, 47

**meristema(s)**, 103, 107, 109, 111, 114-115  
**merozoíto(s)**, 60  
**mesocarpo**, 121  
**mesogleia**, 152  
**metagênese**, 152-154  
**metamorfose**, 148, 185, 192-193, 196-197, 201-202, 2013, 215-217, 227-228, 232, 236, 238

**metanefrídio(s)**, 183  
**metatério(s)**, 272-273  
**metazoário(s)**, 55  
**micélio**, 72  
**micófago**, 27  
**micorriza**, 73  
**micose**, 71, 75  
**microfilária(s)**, 171  
**micrometro**, 26  
**micronúcleo**, 58-59  
**miracídio**, 163  
**miriápode(s)**, 193  
**moela**, 267  
**molusco**, 177-182, 184, 187-188  
**monera**, 19, 40-41, 46  
**monocotiledônea(s)**, 92-93, 108-110, 114-115, 123, 125  
**monoplacófora**, 182  
**monotremado(s)**, 272  
**muda(s)**, 192  
**multicelular(es)**, 11-12  
**musgo(s)**, 83-85  
**mutação(ões)**, 13, 57, 220

## N

**nácar**, 178, 187  
**nanometro**, 26  
**nastismo**, 136  
**necatoríase (necatoriose)**, 171  
**nectário**, 97  
**nematelminto(s)**, 159-160, 167-168, 170-173  
**nematódeo(s)**, 160, 167  
**ninfa**, 197  
**nó-em caules**, 113-114  
**nó-em cladograma**, 17  
**notocorda**, 215

**núcleo(s)**, 12  
 - espermáticos, 95  
 - polares, 95  
**nucleocapsídeo**, 27  
**nucleoide**, 12, 40  
**nucleotídeo(s)**, 11  
**nutrição**, 226

## O

**ocelo(s)**, 161  
**octópode(s)**, 193  
**odonata(s)**, 202  
**ofídio(s)**, 251, 253, 258  
**olho(s) pedunculado(s)**, 194  
**oligoqueto(s)**, 183  
**omatídio(s)**, 195  
**oosfera(s)**, 85, 90, 95  
**ordem(ns)**, 14  
**ornitofilia**, 97  
**ortóptero(s)**, 201  
**ósculo**, 146  
**osso pneumático**, 264  
**osteíte(s)**, 218, 230  
**óstio(s)**, 146  
**ovário**, 94-96, 122-123, 185-186, 199  
**ovíparo(s)**, 223, 226-229, 246-247, 272  
**óvulo**, 90-91, 94-95, 186, 195, 226

## P

**pálio**, 178  
**pálpebra(s)**, 234  
**panículo adiposo**, 268  
**papo**, 185, 267  
**paramécio**, 56, 58-59  
**parapódio(s)**, 184  
**parasita(s)**, 27-28, 56-57, 59-60, 62-63, 71, 73, 112, 160-161, 163-172  
 - intracelular, 26  
**parcimônia**, 17  
**parede celular**, 40, 42-44, 65, 72-73, 106, 130  
**parênquima**, 105-107, 161  
 - aquífero, 107  
 - assimilador, 106  
 - de reserva, 107  
**parotidite**, 35  
**partenocarpia**, 140  
**partenogênese**, 195

**peça(s) bucal(is)**, 192  
**pecilotermo(s)**, 234, 247, 262  
**peciolo**, 92-93, 115, 119  
**pedicelária(s)**, 212  
**pedipalpo(s)**, 204  
**pedúnculo**, 93-94  
**peixe(s)**, 215-216, 218, 223-231, 237, 240-241  
**pelo(s) absorvente(s)**, 104, 109  
**pequena circulação**, 233, 249  
**pericarpo**, 95, 121-122  
**periderme**, 115  
**peridinina**, 65  
**perióstraco**, 178  
**pé(s) ambulacrário(s)**, 212-213  
**pétala(s)**, 93-94, 96-99, 128, 136  
**piracema**, 227  
**piramboa**, 230  
**placa madrepórica**, 212-213  
**planta**, 20, 22, 54-55, 82-99, 103-115, 117-124, 128-132, 134-140  
 - avascular, 83  
 - carnívora, 104, 121  
 - de sol, 132  
 - de sombra, 132  
 - parasita, 112  
 - vascular, 83, 89, 138  
**plasmídeo(s)**, 40, 45  
**plastrão**, 250  
**platelminto**, 159-161, 173  
**pneumatóforo(s)**, 113  
**polinização**, 90-91, 95, 97  
**poliomielite**, 33  
**poliplacófora**, 182  
**pólipo(s)**, 149-154, 156  
**poliqueto(s)**, 183-184  
**ponto de compensação fótica**, 131  
**poro(s)**, 146-148  
**prato**, 116  
**procarionte(s)**, 12, 40-42  
**proglótide**, 165  
**prótalo**, 87  
**protista**, 20, 54-55  
**protonefrídio**, 162  
**prototério**, 272



**protozoário**, 54-61  
 - ciliado, 58  
 - esporozoário, 60  
 - flagelado, 59  
**pseudocaule**, 115  
**pseudoceloma**, 167, 173  
**pseudofruto(s)**, 122  
**pseudópode**, 56-57  
**pteridófita(s)**, 83, 86-88  
**pulmão foliáceo**, 198  
**pupa**, 196-197

## Q

**quelícera(s)**, 204, 207  
**quilha**, 264  
**quilópode(s)**, 192-194  
**quimera(s)**, 229  
**quiróptero(s)**, 75, 274  
**quiropterofilia**, 97  
**quitina**, 72, 192  
**quíton(s)**, 182

## R

**radiado(s)**, 150  
**radiolário(s)**, 57  
**rádula**, 178  
**raia(s)**, 229  
**raiva**, 34  
**raiz**, 84, 86, 92, 103-104, 108-114, 116-118  
 - pivotante, 92, 109  
 - secundária, 92  
**ratita(s)**, 265  
**receptáculo**, 94, 185-186  
**regeneração**, 149, 162, 214  
**região**  
 - aboral 212-214  
 - oral 212  
**reino(s)**, 14  
**renete(s)**, 167  
**reprodução**, 13, 45-57, 59-60, 71-73, 76-78, 82-84, 144, 148, 152-154, 162-164, 185-186, 195, 226-227, 267, 269  
**réptil (répteis)**, 218, 245-251, 253, 258-259, 275-276  
**resfriado**, 29  
**respiração**, 131  
 - aeróbia, 46  
 - anaeróbia, 46  
 - branquial, 203  
 - cutânea, 183, 185, 233

- pulmonar, 233, 246  
 - traqueal, 198, 206  
**retrovírus**, 28, 30  
**rim (rins)**, 218  
**rizóforo**, 118  
**rizoide**, 84  
**rizoma**, 115  
**rodófica**, 66  
**rubéola**, 36

## S

**saco**  
 - aéreo, 264  
 - vocal, 235  
**salpa(s)**, 216  
**sanguessuga(s)**, 183-184  
**saprófago(s)**, 71, 73  
**sarampo**, 36  
**sarcodíneo(s)**, 56  
**seio venoso**, 226, 233  
**seiva**  
 - bruta, 105, 128, 137-138  
 - elaborada, 105, 131, 138  
**seláquio(s)**, 229  
**seleção natural**, 13, 278  
**semente(s)**, 82-83, 89, 91-95, 98, 108, 121-122, 140  
**sépala(s)**, 93-94, 97  
**serpente(s)**, 245, 253  
 - dentição, 254  
**séssil**, 146, 154,  
**sífilis**, 49  
**sifonáptero(s)**, 201  
**simetria**  
 - bilateral, 150, 212  
 - pentarradiada, 212  
 - radial, 150  
**siringe**, 266  
**sistema**  
 - ambulacrário, 212-213  
 - aquífero, 213  
 - cardiovascular, 218, 226, 248, 263  
 - circulatório aberto, 179  
 - circulatório fechado, 179, 183, 185  
 - digestório, 161, 165, 167, 178, 185, 218, 229-230, 248, 267  
 - hidrovascular, 213  
 - nervoso difuso, 152

- nervoso dorsal, 215  
 - radicular fasciculado, 92, 109  
 - radicular ramificado, 92, 109  
 - vascular, 86, 105  
**sistemática**, 14  
 - filogenética, 15-16, 18  
**sociedade**, 42  
**solenócito(s)**, 162  
**sorédio(s)**, 73  
**soro**, 50, 204, 256-257  
 - antirrábico, 34  
 - antitetânico, 48  
**soro(s)-em pteridófitas**, 86-88,  
**súber**, 111, 115  
**suberina**, 111

## T

**tecido(s)**, 20  
 - de preenchimento, 105-106  
 - de sustentação, 105-106  
 - meristemáticos, 103, 107  
 - permanentes, 103-104  
**tegumento**, 90, 95  
**teníase**, 166  
**tentáculo(s)**, 151, 178, 181-184  
**teoria celular**, 11  
**terminal(is)**, 17  
**tétano**, 48, 50  
**tigmotropismo**, 135  
**tórax**, 192, 269  
**toxoplasmose**, 63  
**transcriptase reversa**, 28, 30-31  
**transdução**, 45-46  
**transformação bacteriana**, 45  
**translocação**, 131  
**transpiração**, 84, 119, 128, 130, 137  
 - cuticular, 104  
 - estomática, 104  
 - foliar, 118  
**tricoma(s)**, 104

**tricomoniase**, 63  
**tronco**, 117  
**tropismo(s)**, 132  
**tuatara(s)**, 251  
**tubérculo**, 116  
**tuberculose**, 48  
**tubo**  
 - neural, 217  
 - polínico, 90-91, 95, 97  
**túbulos de Malpighi**, 198, 206  
**tunicado**, 215-216  
**tunicina**, 215

## U

**unicelular**, 11-13, 20-21, 40, 42, 54-55, 58-59, 65-67, 71, 76  
**urodelo**, 223, 236

## V

**vacina(s)**, 28-29, 31-36, 164  
**vacina Sabin**, 33  
**vacinação**, 29  
**vacúolo**  
 - contrátil, 57  
 - pulsátil, 57  
**varicela**, 35  
**vaso liberiano**, 105  
**veia(s)**, 218, 249, 263  
**vértebra(s)**, 145, 215, 217  
**vertebrado(s)**, 145, 215-220, 223-226, 228, 245, 247-248, 259, 263-264  
**verticilo floral**, 94  
**vibrião**, 43  
**virose(s)**, 28  
**vírus**, 11, 26-38

## X

**xilema**, 105, 110, 114-115, 128-130  
 - primário, 111  
 - secundário, 111  
**xilopódio**, 119

## Z

**zigomiceto(s)**, 76, 78  
**zooplâncton**, 55, 173, 203

ACADEMIA BRASILEIRA DE LETRAS. *Vocabulário ortográfico da Língua Portuguesa*. 5. ed. São Paulo: Global, 2009.

ALBERTS, B.; JOHNSON, A.; LEWIS, J.; RAFF, M.; ROBERTS, K.; WALTER, P. *Biologia molecular da célula*. 5. ed. Porto Alegre: Artmed, 2010.

ARMS, K. *Holt Environmental Sciences*. Austin: Holt, Rinehart and Winston, 2000.

BESSA, E.; ARNT, A. (Org.). *Comportamento animal: teoria e prática pedagógica*. Porto Alegre: Mediação, 2011.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Básica. *Orientações curriculares para o ensino médio volume 2: Ciências da natureza, matemática e suas tecnologias*. Brasília, DF: MEC/SEB, 2006.

———. Ministério da Educação e do Desporto. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. *Diretrizes curriculares nacionais para o ensino médio*. Brasília, DF: MEC/SEMTEC, 1998.

———. Ministério da Educação e do Desporto. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. *Parâmetros curriculares nacionais para o ensino médio*. Brasília, DF: MEC/SEMTEC, 1999.

CAMPBELL, N.; REECE, J. *Campbell Biology: concepts and connections*. 9. ed. Nova York: The Benjamin/Cummings Publishing, 2011.

CUNHA, A. G. *Dicionário etimológico da língua portuguesa*. 4. ed. Rio de Janeiro: Faperj/Lexicon, 2010.

DiDIO, L. J. A. *Tratado de anatomia aplicada*. São Paulo: Polluss, 1998.

GILBERT, S. F. *Developmental biology*. 6. ed. EUA: Sinauer Associates, 2000.

GUYTON, A. C.; HALL, J. E. *Tratado de fisiologia médica*. 9. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2008.

HARVEY, R. A.; CHAMPE, P. C.; FISHER, B. D. *Microbiologia ilustrada*. Porto Alegre: Artmed, 2008.

HICKMAN Jr., C. P.; ROBERTS, L. S.; KEEN, S. L.; LARSON, A.; L'ANSON, H.; EISENHOUR, D. J. *Integrated principles of zoology*. 15. ed. New York: McGraw-Hill, 2011.

INSTITUTO NACIONAL DE METROLOGIA, QUALIDADE E TECNOLOGIA. *Sistema Internacional de Unidades – SI*. Rio de Janeiro: InMetro, 2012.

MADER, S. *Concepts of biology*. 2. ed. Nova York: McGraw-Hill, 2011.

MARGULIS, L.; SCHWARTZ, K. V. *Cinco reinos: um guia ilustrado dos filós da vida na terra*. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2001.

POUGH, F. H.; HEISER, J. B.; MCFARLAND, W. N. *A vida dos vertebrados*. São Paulo: Atheneu, 1999.

PURVES, W. K.; ORIAN, G. H.; HELLER, H. C.; SADAVA, D. *Life: the science of biology*. Salt Lake City: Sinauer Associates Inc., 1998.

RAVEN, P. H.; EVERT, R. F.; EICHHORN, S. E. *Biologia vegetal*. 8. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2014.

RICKLEFS, R. B. *A economia da natureza*. 6. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2010.

RIDLEY, M. *Evolução*. 3. ed. Porto Alegre: Artmed, 2006.

RUPPERT, E.; BARNES, R. D. *Zoologia dos invertebrados*. 6. ed. São Paulo: Roca, 1996.

SCHMIDT-NIELSEN, K. *Fisiologia animal: adaptação e meio ambiente*. 5. ed. São Paulo: Livraria Editora Santos, 2002.

SOLOMON, E. P.; BERG, L. R.; MARTIN, D. W.; VILLE, C. *Biology*. Philadelphia: Saunders College Publishing, 1993.

TEIXEIRA, W. et al. (Org.). *Decifrando a Terra*. 2. ed. São Paulo: Companhia Editora Nacional, 2009.

TORTORA, G. J.; GRABOWSKI, S. R. *Corpo humano: fundamentos de anatomia e fisiologia*. 6. ed. Porto Alegre: Artmed Editora, 2006.

## Sites consultados

Ciência Hoje. Disponível em: <<http://cienciahoje.uol.com.br>>.

Cifonauta: Banco de imagens de biologia marinha do Centro de Biologia Marinha da Universidade de São Paulo. Disponível em: <<http://cifonauta.cebimar.usp.br>>.

Dengue, Chikungunya e Zika. Ministério da Saúde. Disponível em: <<http://combateadese.saude.gov.br/>>.

Departamento de DST, Aids e Hepatites Virais. Ministério da Saúde. Disponível em: <<http://www.aids.gov.br/>>.

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Embrapa. Disponível em: <[www.embrapa.br](http://www.embrapa.br)>.

Fundação Oswaldo Cruz – Fiocruz. Disponível em: <<http://portal.fiocruz.br/>>.

Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais (Ibama), Ministério do Meio Ambiente. Disponível em: <<http://www.ibama.gov.br>>.

Instituto Butantan. Disponível em: <<http://www.butantan.gov.br>>.

Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio), Ministério do Meio Ambiente. Disponível em: <<http://www.icmbio.gov.br/portal/>>.

Instituto de Biociências. Entendendo a evolução. Disponível em: <<http://www.ib.usp.br/evosite/>>.

Macmillan Publishers. *Nature.com*. 2016. Disponível em: <<http://www.nature.com>>.

Ministério da Educação. Portal do Professor. Disponível em: <<http://portaldoprofessor.mec.gov.br/index.html>>.

Ministério da Saúde. Disponível em: <<http://portalsaude.saude.gov.br/>>.

Ministério do Meio Ambiente – MMA. Disponível em: <<http://mma.gov.br/sitio/>>.

Organização das Nações Unidas no Brasil. Disponível em: <<https://nacoesunidas.org/>>.

Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura. Disponível em: <<http://www.fao.org/brasil/pt/>>.

Pesquisa Fapesp. Disponível em: <<http://revistapesquisa.fapesp.br>>.

Projeto Coral Vivo. Disponível em: <<http://coralvivo.org.br/>>.

WWF Brasil. Disponível em: <<http://www.wwf.org.br>>.

Acessos em: 28 maio 2016.

# MANUAL DO PROFESSOR

DIVULGAÇÃO PNLD



Eric Isselee/Shutterstock



# SUMÁRIO

|                                                                          |            |
|--------------------------------------------------------------------------|------------|
| <b>Apresentação .....</b>                                                | <b>291</b> |
| <b>Princípios da coleção .....</b>                                       | <b>291</b> |
| <b>Estrutura da coleção .....</b>                                        | <b>306</b> |
| <b>Orientações e sugestões para o trabalho com este volume .....</b>     | <b>310</b> |
| <b>UNIDADE 1 – Classificação dos seres vivos; biodiversidade I .....</b> | <b>310</b> |
| Capítulo 1 – Classificação dos seres vivos .....                         | 311        |
| Capítulo 2 – Vírus .....                                                 | 318        |
| Capítulo 3 – Moneras.....                                                | 326        |
| Capítulo 4 – Protistas.....                                              | 332        |
| Capítulo 5 – Fungos.....                                                 | 335        |
| <b>UNIDADE 2 – Biodiversidade II: Plantas.....</b>                       | <b>338</b> |
| Capítulo 6 – Grandes grupos de plantas .....                             | 339        |
| Capítulo 7 – Morfologia e histologia das angiospermas.....               | 343        |
| Capítulo 8 – Fisiologia das fanerógamas.....                             | 348        |
| <b>UNIDADE 3 – Biodiversidade III: Animais .....</b>                     | <b>351</b> |
| Capítulo 9 – Introdução ao Reino Animal; poríferos e cnidários .....     | 352        |
| Capítulo 10 – Platelminintos e nematódeos.....                           | 357        |
| Capítulo 11 – Moluscos e anelídeos.....                                  | 361        |
| Capítulo 12 – Artrópodes.....                                            | 363        |
| Capítulo 13 – Equinodermos; introdução ao filo dos cordados .....        | 367        |
| Capítulo 14 – Peixes e anfíbios.....                                     | 370        |
| Capítulo 15 – Répteis.....                                               | 376        |
| Capítulo 16 – Aves e mamíferos.....                                      | 381        |

## Apresentação

Professor(a), muitas pessoas colaboraram com esta coleção, e nosso trabalho foi feito com muita dedicação e respeito a você e aos alunos.

Queremos estabelecer uma relação de interlocução com você. Da mesma maneira que desejamos contribuir com seu trabalho, ficaríamos honrados em receber de você comentários e devolutivas sobre nossas sugestões e ideias, incluindo resultados obtidos em suas práticas escolares. Cada realidade educacional é singular, e o compartilhamento de vivências entre nós representa um fortalecimento para nosso desenvolvimento profissional.

Ao elaborarmos esta coleção, procuramos:

- ▶ propor situações de aprendizagem que auxiliem os alunos a compreender os fenômenos biológicos, de forma a colaborar com sua formação integral e o desenvolvimento de uma consciência crítica;
- ▶ discutir conteúdos de forma interdisciplinar e contextualizada, valorizando os significados que os alunos atribuem ao que for aprendido;
- ▶ ressaltar que os conhecimentos científicos, por serem produtos de investigações e estarem em constante desenvolvimento, não são absolutos nem acabados, e relacionar avanços tecnológicos ao desenvolvimento da Ciência;
- ▶ evidenciar que no desenvolvimento de determinados conhecimentos tornam-se necessárias a experimentação, a utilização de equipamentos diferenciados e a busca por diversos meios de informação;
- ▶ propor atividades diversificadas que possibilitem o exercício da criatividade por parte de cada aluno e atividades em que a construção de conhecimentos ocorra de forma coletiva, na interação entre os alunos e entre estes e você;
- ▶ valorizar os conhecimentos prévios dos alunos, reconhecendo-os como sujeitos com saberes e potenciais;
- ▶ estimular a reflexão sobre questões éticas que envolvam dimensões humanas como cultura, sociedade, política, Ciência e tecnologia, tendo como referência os Direitos Humanos;
- ▶ oferecer condições para que os alunos compreendam a realidade que os cerca e, assim, possam atuar na sociedade de forma ativa, possibilitando o desenvolvimento de aprendizagens e percebendo a importância de saberem posicionar-se diante de diferentes assuntos e interlocutores.

Os seguintes tópicos serão tratados neste Manual do Professor:

- ▶ **princípios da coleção:** apresentação dos princípios filosóficos e pedagógicos, assim como diretrizes educacionais que fundamentam esta coleção;
- ▶ **estrutura da coleção:** descrição das características da obra, contendo a estrutura comum aos três volumes;
- ▶ **orientações e sugestões para o trabalho com este volume:** apresentação de comentários específicos a respeito de cada unidade e capítulo deste volume; proposição de atividades e leituras adicionais e, ainda, sugestões complementares de respostas às atividades presentes nos capítulos.

Professor(a), faça comentários e sugestões por carta, telefone ou e-mail, usando os contatos da editora, disponíveis na página 2 do livro.

## Princípios da coleção

Em 1990, em Jomtien, Tailândia, realizou-se uma conferência que discutiu como seria possível assegurar o direito à educação básica a todos os seres humanos. Como fruto dessa discussão, os diversos países participantes elaboraram a *Declaração Mundial sobre Educação para Todos* (Unesco, 1998). Trata-se de um documento que propõe aos sistemas de ensino um plano de ações focado no atendimento às necessidades básicas de aprendizagem de toda pessoa, as quais

[...] compreendem tanto os instrumentos essenciais para a aprendizagem (como a leitura e a escrita, a expressão oral, o cálculo, a solução de problemas), quanto os conteúdos básicos da aprendizagem (como conhecimentos, habilidades, valores e atitudes) necessários para que os seres humanos possam sobreviver, desenvolver plenamente suas potencialidades, viver e trabalhar com dignidade, participar plenamente do desenvolvimento, melhorar a qualidade de vida, tomar decisões fundamentadas e continuar aprendendo.

(Unesco, 1998)

Esta coleção compartilha a visão presente na Declaração da Unesco sobre a importância e as possibilidades da educação para o ser humano, utilizando as suas concepções como alicerce desta obra didática. Acreditamos que uma das formas de democratizar a educação seja através da confecção de bons instrumentos de aprendizagem, que constituam fonte confiável de estudo para o aluno e uma ferramenta didática de apoio ao trabalho desenvolvido pelo(a) professor(a). Assim, esta coleção de livros didáticos

apresenta seleção de conteúdos relevantes, abordados de forma atraente ao jovem e que permitem aprofundar o entendimento sobre Ciência, tecnologia e assuntos relacionados.

Nesta obra, a interface entre as questões científicas e sua aplicação no cotidiano permite que os alunos entendam e se relacionem melhor com aspectos do seu dia a dia, de forma a estimular suas potencialidades e contribuir com sua formação integral. A aprendizagem contextualizada e o estímulo à reflexão de questões éticas permitem uma maior consciência crítica dos alunos, o que aumenta sua ação na comunidade e o desejo de continuar aprendendo.

Além dessa visão, consideramos que o Ensino Médio é a etapa que consolida o ideal de escola para todos. Nesse sentido, as Diretrizes Nacionais do Ensino Médio (DCNEM) indicam alguns caminhos:

Artigo 13- As unidades escolares devem orientar a definição de toda proposição curricular, fundamentada na seleção dos conhecimentos, componentes, metodologias, tempos, espaços, arranjos alternativos e formas de avaliação, tendo presente:

I - as dimensões do trabalho, da ciência, da tecnologia e da cultura como eixo integrador entre os **conhecimentos de distintas naturezas**, contextualizando-os em sua dimensão histórica e em relação ao contexto social contemporâneo;

II - o **trabalho como princípio educativo**, para a compreensão do processo histórico de produção científica e tecnológica, desenvolvida e apropriada socialmente para a transformação das condições naturais da vida e a ampliação das capacidades, das potencialidades e dos sentidos humanos;

III - a **pesquisa** como princípio pedagógico, possibilitando que o estudante possa ser protagonista na investigação e na busca de respostas em um processo autônomo de (re)construção de conhecimentos.

IV - os **direitos humanos** como princípio norteador, desenvolvendo-se sua educação de forma integrada, permeando todo o currículo, para promover o respeito a esses direitos e à convivência humana.

V - a **sustentabilidade socioambiental** como meta universal, desenvolvida como prática educativa integrada, contínua e permanente, e baseada na compreensão do necessário equilíbrio e respeito nas relações do ser humano com seu ambiente.

(Brasil, 2012, p. 4, grifos nossos)

A partir dos caminhos sugeridos pelas DCNEM, procuramos estruturar esta coleção de forma a garantir que o ensino de Biologia possa inserir o aluno na sociedade de forma mais consciente e

ativa, podendo participar da transformação da sua realidade. Por meio de textos e imagens, buscamos demonstrar a importância da pluralidade cultural para a vida em sociedade, com exemplos da participação positiva de mulheres, idosos, afrodescendentes, indígenas e povos do campo. Desta forma pretende-se auxiliar no reconhecimento dos mesmos e na construção de uma sociedade mais solidária, justa e igualitária. Entendemos que o ensino de Biologia tem muito a contribuir com o projeto de escola para todos.

Outros fundamentos importantes para a elaboração da coleção dentro dessa perspectiva foram baseados nos Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (PCNEM), dos quais selecionamos alguns dos trechos mais relevantes para nosso trabalho:

O conhecimento de Biologia deve subsidiar o julgamento de questões polêmicas, que dizem respeito ao desenvolvimento, ao aproveitamento de recursos naturais e à utilização de tecnologias que implicam intensa intervenção humana no ambiente, cuja avaliação deve levar em conta a dinâmica dos ecossistemas, dos organismos, enfim, o modo como a natureza se comporta e a vida se processa. [...]

No século XX presenciou-se um intenso processo de criação científica, inigualável a tempos anteriores. A associação entre ciência e tecnologia se amplia, tornando-se mais presente no cotidiano e modificando cada vez mais o mundo e o próprio ser humano. Questões relativas à valorização da vida em sua diversidade, à ética nas relações entre seres humanos, entre eles e seu meio e o planeta, ao desenvolvimento tecnológico e sua relação com a qualidade de vida marcam fortemente nosso tempo, pondo em discussão os valores envolvidos na produção e aplicação do conhecimento científico e tecnológico. [...]

Mais do que fornecer informações, é fundamental que o ensino de Biologia se volte para o desenvolvimento de competências que permitam ao aluno lidar com as informações, compreendê-las, elaborá-las, refutá-las, quando for o caso, enfim, compreender o mundo e nele agir com autonomia, fazendo uso dos conhecimentos adquiridos da Biologia e da tecnologia. [...]

No ensino de Biologia, enfim, é essencial o desenvolvimento de posturas e valores pertinentes às relações entre os seres humanos, entre eles e o meio, entre o ser humano e o conhecimento, contribuindo para uma educação que formará indivíduos sensíveis e solidários, cidadãos conscientes dos processos e regularidades do mundo e da vida, capazes, assim, de realizar ações práticas, de fazer julgamentos e de tomar decisões.

(Brasil, 2002-a, p. 219, 220, 225 e 226)



Percebe-se claramente que, segundo os PCNEM, as questões socioambientais devem estar presentes como eixo estruturante no ensino de Biologia. Ao mesmo tempo, os alunos precisam desenvolver habilidades importantes para que façam a análise de tais questões. A partir dessas considerações, foram elaboradas atividades de pesquisa, análise crítica, comparação de dados, intervenção social, entre outras, dentro da perspectiva de promoção da sustentabilidade e do respeito ao ambiente no qual estamos inseridos. Os textos, em muitos momentos, apresentam conceitos de modo argumentativo, procurando envolver o leitor na construção do conhecimento. Dessa forma, acreditamos que os livros desta coleção podem contribuir com o trabalho docente, visando à formação integral de seres humanos mais comprometidos com a evolução da nossa sociedade para rumos mais sustentáveis e éticos.

O Manual do Professor foi concebido para servir de apoio ao seu trabalho, trazendo elementos que permitem aprofundamento conceitual, comentários e sugestões a respeito das situações de aprendizagem, propostas ao longo dos volumes desta coleção.

## Conhecer e acolher os alunos

Dayrell (2003) alerta-nos a respeito da imagem corrente em nossa sociedade de que a juventude seria basicamente uma mera transição à vida adulta, regida por uma lógica do que o autor chama de “vir a ser”.

Essa concepção, infelizmente, ainda está muito presente na escola: em nome do “vir a ser” do aluno, traduzido no diploma e nos possíveis projetos de futuro, tende-se a negar o presente vivido pelo jovem como espaço válido de formação, bem mais amplo do que apenas o futuro (Dayrell, 2003, p. 41).

Face a esse cenário, cabe a nós, educadores, indagarmos-nos: quem são os alunos com os quais nos deparamos em sala de aula no Ensino Médio? Que questões sociais, filosóficas, afetivas, políticas, entre outras, são trazidas por eles à escola e merecem ser consideradas por nós em nosso trabalho? De que maneira podemos agir como interlocutores, a fim de que a partir dessa relação desenvolvam-se oportunidades de aprendizagem – para eles e para nós?

Essas e outras questões expressam inúmeros desafios que se colocam ao Ensino Médio, exigindo de nós, educadores, uma resignificação desse nível da escola básica (Brasil, 2012).

Com a perspectiva de um imenso contingente de adolescentes, jovens e adultos, que se diferenciam por condições de existência e perspectivas de futuro desiguais, é que o Ensino Médio deve trabalhar. Está em jogo a recriação da escola que, embora não possa por si só resolver as desigualdades sociais, pode ampliar as condições de inclusão social, ao possibilitar o acesso à ciência, à tecnologia, à cultura e ao trabalho (Brasil, 2012).

Diante do exposto, o ensino precisa aproximar-se mais dos jovens, investindo em adaptações curriculares que motivem o estudo e atendam suas necessidades educacionais. Essa abordagem pretende contribuir com a acessibilidade universal dos alunos à escola, uma vez que os auxilia nas demandas enfrentadas cotidianamente.

Nesse contexto, a presente coleção traz, no livro do aluno e no Manual do Professor, seleção de conteúdos e diversidade de propostas que estimulam a compreensão científica e tecnológica dos processos produtivos, procurando contextualizar os temas da Biologia em cenários do cotidiano e/ou dos quais os alunos podem participar de modo ativo e crítico.

Além disso, são propostas pesquisas e atividades que extrapolam os limites da sala de aula, visando cultivar o protagonismo dos alunos a partir de uma relação de ensino e aprendizagem emancipatória.

Os livros desta coleção procuram trazer oportunidades para que você se aproxime de seus alunos, principalmente por meio das atividades propostas. Consideramos interessante desenvolver, em sala de aula, a postura de orientador, auxiliando os jovens a refinar seus questionamentos e argumentos, selecionar fontes confiáveis de informação, interpretar gráficos e esquemas, entre outros aspectos.

Conhecer os alunos e abrir espaço para que eles organizem projetos que considerem as formas de expressão típicas de sua idade e região são formas de acolhimento às suas particularidades e aprimoramento pessoal. Tais situações de aprendizagem permitem aumentar a autonomia intelectual dos alunos, ampliar seu pensamento crítico e estruturar sua formação ética.

## Ensinar buscando contextualização e interdisciplinaridade

Na perspectiva de ensino que estamos considerando, professores e alunos educam-se mutuamente, em constante interlocução. Eles são parceiros do processo educacional, em um exercício contínuo de compreender a realidade.

Na busca pela compreensão da realidade, entendemos que a contextualização e a interdisciplinaridade são alicerces do ensino.

A contextualização procura estabelecer relações diretas e claras entre os conteúdos e a realidade vivida pelos alunos.

O professor deve ter presente que a contextualização pode – e deve – ser efetivada no âmbito de qualquer modelo de aula. **Existe a possibilidade de contextualização tanto em aulas mais tradicionais, expositivas, quanto em aulas de estudo do meio, experimentação ou no desenvolvimento de projetos.** A própria escola e seu entorno podem servir de ponto de partida para a contextualização. A presença ou a ausência de elementos biológicos nesse espaço configura-se como um bom elemento para iniciar qualquer assunto na disciplina. Se o aluno começar a enxergar para além de sua realidade cotidiana, se perceber novos fatos e levantar novas questões, mesmo sobre lugares e coisas que não lhe são tão familiares, então o princípio da contextualização terá acontecido. É o respeito e a valorização das especificidades locais que garantem a reconstrução permanente do currículo de qualquer disciplina.

É importante, também, que o professor perceba que a contextualização deve ser realizada não somente para tornar o assunto mais atraente ou mais fácil de ser assimilado. Mais do que isso, **é permitir que o aluno consiga compreender a importância daquele conhecimento para a sua vida, e seja capaz de analisar sua realidade,** imediata ou mais distante, o que pode tornar-se uma fonte inesgotável de aprendizado. Além de valorizar a realidade desse aluno, a contextualização permite que o aluno venha a desenvolver uma nova perspectiva: a de observar sua realidade, compreendê-la e, o que é muito importante, enxergar possibilidades de mudança.

(Brasil, 2006, p. 35, grifos nossos)

Ao elaborarmos esta coleção, tivemos, entre outras preocupações, a de propor atividades que instigam os alunos a falar de suas experiências e conhecimentos prévios, a participar de debates e a fazer relatos de observação do seu cotidiano ou do ambiente do seu entorno. Em algumas atividades são sugeridas também intervenções na comunidade. Esses tipos de atividades oferecem oportunidade para contextualização nas aulas de Biologia.

A interdisciplinaridade é outra característica do ensino que busca auxiliar o aluno a entender a realidade, em sua complexidade. Usamos como base para compreender o conceito de interdisciplinaridade os documentos oficiais, como o PCNEM:

O conceito de interdisciplinaridade fica mais claro quando se considera o fato trivial de que **todo conhecimento mantém um diálogo permanente com outros conhecimentos**, que pode ser de questionamento, de confirmação, de complementação, de negação, de ampliação, de eliminação de aspectos não distinguidos. [...]

É importante enfatizar que **a interdisciplinaridade supõe um eixo integrador**, que pode ser o objeto de conhecimento, um projeto de investigação, um plano de intervenção. Nesse sentido, ela deve partir da necessidade sentida pelas escolas, professores e alunos de explicar, compreender, intervir, mudar, prever, algo que desafia uma disciplina isolada e atrai a atenção de mais de um olhar, talvez vários. Explicação, compreensão, intervenção são processos que requerem um conhecimento que vai além da descrição da realidade e mobiliza competências cognitivas para deduzir, tirar inferências ou fazer previsões a partir do fato observado.

(Brasil, 2002-a, p. 88 e 89, grifos nossos)

Machado (2006) alerta-nos que buscar interdisciplinaridade na escola não significa acabar com as disciplinas escolares, nem criar novas “matérias” interdisciplinares. Ser interdisciplinar significa aproximar as disciplinas escolares, explicando os fenômenos de forma mais abrangente, o que representa um desafio à escola.

O ensino com orientação interdisciplinar pode motivar os alunos ao longo de sua aprendizagem. Segundo os PCNEM:

A integração dos diferentes conhecimentos pode criar as condições necessárias para uma aprendizagem motivadora, na medida em que ofereça maior liberdade aos professores e alunos para a seleção de conteúdos mais diretamente relacionados aos assuntos ou problemas que dizem respeito à vida da comunidade. Todo conhecimento é socialmente comprometido e não há conhecimento que possa ser aprendido ou recriado se não se parte das preocupações que as pessoas têm. O distanciamento entre os conteúdos programáticos e a experiência dos alunos certamente respondem pelo desinteresse e até mesmo pela deserção que constatamos em nossas escolas.

(Brasil, 2002-a, p. 34)

O enfoque interdisciplinar no ensino deve ser planejado entre professores das diversas disciplinas e pode ser semiestruturado, o que possibilita que as etapas de ensino sejam reformuladas à medida que os alunos e os professores sentirem determinadas necessidades.

Disciplinas escolares que fazem parte da mesma área de conhecimento (como Biologia, Física e Química) aparentemente favorecem mais as práticas interdisciplinares do que disciplinas de áreas diferentes. No entanto, o ensino interdisciplinar é capaz de promover diálogos entre todas as disciplinas do currículo escolar. No documento complementar aos PCNEM, conhecido como PCN+ : Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias, reforça-se a necessidade de articulação entre Física, Química e Biologia:

Essa articulação interdisciplinar intra-área não deveria ser vista simplesmente como um produto novo, a ser apresentado à escola, pois, sob certos aspectos, é uma dívida antiga que se tem com o aluno. Uma parcela dessa dívida poderia ser paga com **a apresentação de uma linguagem e da nomenclatura realmente comuns entre várias das disciplinas**. Por exemplo, quando na Biologia se fala em energia da célula, na Química se fala em energia da reação e na Física em energia da partícula, não basta que tenham a mesma grafia ou as mesmas unidades de medida. São tratados em contextos tão distintos os três temas, que o aluno não pode ser deixado solitário no esforço de ligar as “coisas diferentes” designadas pela mesma palavra. [...]

Também alguns conceitos gerais nas ciências, como os de unidades e de escalas, ou de transformação e de conservação, presentes de diferentes formas na Matemática, na Biologia, na Física e na Química, seriam muito mais facilmente compreendidos e generalizados, se fossem objeto de um tratamento de caráter unificado feito de comum acordo pelos professores da área. Com certeza, são diferentes as conotações destes conceitos nas distintas disciplinas, mas uma interpretação unificada em uma tradução interdisciplinar enriqueceria a compreensão de cada uma delas.

(Brasil, 2002-b, p. 19-20, grifos nossos)

No caso da Biologia, consideramos que os fenômenos biológicos possuem caráter social e histórico, estão engendrados nas culturas e são muitas vezes analisados sob a influência da visão de mundo das pessoas que os observam. Esses aspectos intrínsecos às Ciências da Natureza permitem relacionar conteúdos específicos com áreas como História, Geografia, Arte, Sociologia e Filosofia.

Os livros desta coleção podem colaborar com o enfoque interdisciplinar, pois procuramos estabelecer relações dos conteúdos de Biologia com outras disciplinas, tanto nos textos, quanto em atividades propostas, quadros com informações, sugestões de leituras complementares e indicações de sites e filmes.

Na parte específica deste Manual também há sugestões para viabilizar esse tipo de trabalho, fundamental para ampliar e significar as situações de aprendizagem. As sugestões e os contextos relacionados à interdisciplinaridade podem inspirar o trabalho em conjunto com os outros professores, além de estimular, nos alunos, a curiosidade pela forma mais abrangente de se compreender um tema científico.

Veja o seguinte exemplo: ao estudar a reprodução sexuada, apresentamos um texto a respeito das concepções científicas vigentes nos séculos XVI e XVII, segundo as quais o papel da mulher na reprodução humana era apenas o de abrigar a “semente” de um novo indivíduo, contida no espermatozoide. A partir dessa leitura, convidamos os alunos a pesquisar sobre o contexto histórico em que tal concepção surgiu e quais as possíveis relações entre essa ultrapassada visão científica e o papel das mulheres na sociedade da época.



Por outro lado, o domínio da Língua Portuguesa e da Matemática é fundamental para a compreensão de conceitos científicos e suas aplicações. Assim, temas de Biologia podem ser utilizados no desenvolvimento de leitura e interpretação de textos; a interpretação e a elaboração de gráficos para expressar dados é uma atividade auxiliar no estudo da Matemática.

Outro aspecto presente na coleção é o uso da etimologia como auxiliar no estudo da Biologia, conhecida pela profusão de nomes técnicos de estruturas e de processos. Compreender a origem e o significado de termos favorece o entendimento dos conceitos, e não apenas memorização.





## Ensinar com base em competências e habilidades

O ensino fundamentado em competências e habilidades exige exercício cognitivo rico em possibilidades, o qual contribui com o processo de interpretação da realidade pelos alunos.

Competências são as modalidades estruturais da inteligência, ou melhor, ações e operações que utilizamos para estabelecer relações com e entre objetos, situações, fenômenos e pessoas que desejamos conhecer. As habilidades decorrem das competências adquiridas e referem-se ao plano imediato do “saber fazer”. Por meio das ações e operações, as habilidades aperfeiçoam-se e articulam-se, possibilitando nova reorganização das competências.

(Inep, 1999, p.7)

O desenvolvimento de uma habilidade pode não levar espontaneamente ao desenvolvimento de uma competência. Nesse sentido, é importante o envolvimento do indivíduo em situações de aprendizagem, em que a própria natureza dessas situações favorecerá essa mudança.

Krasilchik (2004) chama a atenção para a dificuldade em distinguir competência de habilidade. Dada essa questão, optamos por não investir em uma discussão teórica acerca do tema. Apresentaremos a seguir como são entendidas competências e habilidades nos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) e no Exame Nacional do Ensino Médio (Enem).

Existem pequenas variações entre as concepções de competências e habilidades presentes nos PCNs e no Enem. Sugerimos uma análise criteriosa por parte do(a) professor(a) para diferenciá-las e conhecer os diferentes aspectos que envolvem cada um desses documentos.

## PCN: Competências e habilidades a serem desenvolvidas em Biologia

Com o objetivo de orientar a atuação dos educadores, os PCN (Brasil, 2002-a) estabelecem competências e habilidades a serem desenvolvidas em Biologia.

As competências específicas, transcritas a seguir, foram agrupadas em três campos de competências de caráter geral: competências de **representação e comunicação**, de **investigação e compreensão** e de **contextualização sociocultural**.

- As competências de **representação e comunicação** apontam as linguagens como instrumentos de produção de sentido e, ainda, de acesso ao próprio conhecimento, sua organização e sistematização.
- As competências de **investigação e compreensão** apontam os conhecimentos científicos, seus diferentes procedimentos, métodos e conceitos, como instrumentos de intervenção no real e de solução de problemas.
- As competências de **contextualização sociocultural** apontam a relação da sociedade e da cultura, em sua diversidade, na constituição do significado para os diferentes saberes.

(Brasil, 2002-a, p. 296)

### Competências de representação e comunicação

- Descrever processos e características do ambiente ou de seres vivos, observados em microscópio ou a olho nu.
- Perceber e utilizar os códigos intrínsecos da Biologia.
- Apresentar suposições e hipóteses acerca dos fenômenos biológicos em estudo.
- Apresentar, de forma organizada, o conhecimento biológico aprendido, através de textos, desenhos, esquemas, gráficos, tabelas, maquetes etc.
- Conhecer diferentes formas de obter informações (observação, experimento, leitura de texto e imagem, entrevista), selecionando aquelas pertinentes ao tema biológico em estudo.
- Expressar dúvidas, ideias e conclusões acerca dos fenômenos biológicos.

### Competências de investigação e compreensão

- Relacionar fenômenos, fatos, processos e ideias em Biologia, elaborando conceitos, identificando regularidades e diferenças, construindo generalizações.
- Utilizar critérios científicos para realizar classificações de animais, vegetais etc.
- Relacionar os diversos conteúdos conceituais de Biologia (lógica interna) na compreensão de fenômenos.
- Estabelecer relações entre parte e todo de um fenômeno ou processo biológico.
- Selecionar e utilizar metodologias científicas adequadas para a resolução de problemas, fazendo uso, quando for o caso, de tratamento estatístico na análise de dados coletados.

- Formular questões, diagnósticos e propor soluções para problemas apresentados, utilizando elementos da Biologia.
- Utilizar noções e conceitos da Biologia em novas situações de aprendizado (existencial ou escolar).
- Relacionar o conhecimento das diversas disciplinas para o entendimento de fatos ou processos biológicos (lógica externa).

#### **Competências de contextualização sociocultural**

- Reconhecer a Biologia como um fazer humano e, portanto, histórico, fruto da conjunção de fatores sociais, políticos, econômicos, culturais, religiosos e tecnológicos.
- Identificar a interferência de aspectos místicos e culturais nos conhecimentos do senso comum relacionados a aspectos biológicos.
- Reconhecer o ser humano como agente e paciente de transformações intencionais por ele produzidas no seu ambiente.
- Julgar ações de intervenção, identificando aquelas que visam à preservação e à implementação da saúde individual, coletiva e do ambiente.
- Identificar as relações entre o conhecimento científico e o desenvolvimento tecnológico, considerando a preservação da vida, as condições de vida e as concepções de desenvolvimento sustentável.

(Brasil, 2002-a, p. 225 e 227)

### **Competências e habilidades avaliadas pelo Enem**

Selecionamos a seguir trechos da matriz de referência para o Enem, contendo os eixos cognitivos, comuns a todas as áreas do conhecimento, assim como as competências e as habilidades específicas da área de conhecimento de Ciências da Natureza e suas Tecnologias.

#### **Eixos cognitivos**

I. **Dominar linguagens (DL):** dominar a norma culta da Língua Portuguesa e fazer uso das linguagens matemática, artística e científica e das línguas espanhola e inglesa.

II. **Compreender fenômenos (CF):** construir e aplicar conceitos das várias áreas do conhecimento para a compreensão de fenômenos naturais, de processos histórico-geográficos, da produção tecnológica e das manifestações artísticas.

III. **Enfrentar situações-problema (SP):** selecionar, organizar, relacionar, interpretar dados e informações representados de diferentes formas, para tomar decisões e enfrentar situações-problema.

IV. **Construir argumentação (CA):** relacionar informações, representadas em diferentes formas, e conhecimentos disponíveis em situações concretas, para construir argumentação consistente.

V. **Elaborar propostas (EP):** recorrer aos conhecimentos desenvolvidos na escola para elaboração de propostas de intervenção solidária na realidade, respeitando os valores humanos e considerando a diversidade sociocultural.

[...]

### **Matriz de Referência de Ciências da Natureza e suas Tecnologias**

**Competência de área 1** – Compreender as ciências naturais e as tecnologias a elas associadas como construções humanas, percebendo seus papéis nos processos de produção e no desenvolvimento econômico e social da humanidade.

**Competência de área 2** – Identificar a presença e aplicar as tecnologias associadas às ciências naturais em diferentes contextos.

**Competência de área 3** – Associar intervenções que resultam em degradação ou conservação ambiental a processos produtivos e sociais e a instrumentos ou ações científico-tecnológicos.

**Competência de área 4** – Compreender interações entre organismos e ambiente, em particular aquelas relacionadas à saúde humana, relacionando conhecimentos científicos, aspectos culturais e características individuais.

**Competência de área 5** – Entender métodos e procedimentos próprios das ciências naturais e aplicá-los em diferentes contextos.

[...]

**Competência de área 8** – Apropriar-se de conhecimentos da biologia para, em situações problema, interpretar, avaliar ou planejar intervenções científico-tecnológicas.

### **A alfabetização científica**

As competências a serem desenvolvidas no ensino de Ciências da Natureza relacionam-se com o conceito de alfabetização científica, que inclui a compreensão das características de uma investigação científica, da natureza da Ciência e das conexões entre o conhecimento científico, a tecnologia e a sociedade.

As atividades práticas e os estudos do meio constituem elementos óbvios da alfabetização científica, mas grande parte desse processo pode ocorrer pela leitura de textos como os artigos científicos. Esse tipo de texto caracteriza-se pela argumentação, por meio da qual os autores estabelecem relações entre as evidências e as conclusões. Segundo uma pesquisa em argumentação na Ciência, os pesquisadores estão, na maior parte do tempo, envolvidos não em atividades experimentais, mas em atividades de leitura, escrita ou fala, sendo esses momentos parte do processo investigativo (Phillips; Norris, 2009 *apud* Scarpa; Trivelato, 2012).

De acordo com tal perspectiva, a leitura do livro didático e de artigos de divulgação científica, apropriada para o Ensino Médio, constitui um momento fundamental para a alfabetização científica, podendo desenvolver as habilidades de interpretação de texto, a criatividade, o pensamento abstrato e crítico. A leitura pode ser “considerada como um processo de investigação, por meio da qual os significados

seriam construídos a partir da interpretação e da utilização ativa dos conhecimentos prévios.” (Scarpa; Trivelato, 2012).

Na elaboração dos textos dos livros desta coleção, tivemos o cuidado de apresentar as informações em um nível crescente de complexidade. Em diversos trechos, o aluno pode acompanhar o relato de experimentos e suas conclusões, assim como a descrição de raciocínios envolvidos na elaboração de certas hipóteses. Os livros apresentam, também, leituras para aprofundamento de um tema, geralmente com enfoque argumentativo, o que contribui para a alfabetização científica dos alunos.

## Recursos didáticos e situações de ensino

Como cada aluno(a) apresenta necessidades educacionais específicas, em cada turma há uma diversidade humana a ser considerada pelo educador. Por isso, é preciso diversificar recursos didáticos e situações de ensino para possibilitar o atendimento às diferentes necessidades educacionais dos alunos.

Para confeccionar esta coleção, partimos do princípio de que todos os alunos são sujeitos dotados de um conjunto de saberes e potenciais, antes mesmo que se inicie um curso ou uma sequência didática. Se as atividades de ensino valorizarem os conhecimentos prévios dos alunos, esse e outros conjuntos de saberes e potenciais poderão ser ainda mais desenvolvidos.

A seguir, apresentamos diversos recursos e situações de ensino que você poderá utilizar em suas aulas, para desenvolver o conteúdo específico de Biologia para o Ensino Médio e as competências e habilidades propostas pelos referenciais nacionais.

## Discussões coletivas

Uma maneira de incentivar os alunos a valorizarem a fala e a escrita é solicitar-lhes, como preparação às discussões coletivas, que redijam argumentos com base em dados obtidos em fontes de informação como livros, jornais e sites. Além disso, durante a discussão os alunos podem elaborar uma ata simplificada, desenvolvendo a habilidade de fazer anotações que sejam usadas posteriormente, no estudo individual.

É importante que ao final de argumentações coletivas você faça apontamentos para concluir a discussão, indicando também possíveis continuidades por novos caminhos. Exponha os motivos que levaram a cada conclusão.

Como exemplos de discussões coletivas estão o **debate** e o **júri simulado**. Eles diferenciam-se na medida em que o júri simulado exige dos alunos um apelo dramático: eles devem assumir personagens, agindo de acordo com a maneira como

imaginam que eles seriam e pensariam sobre uma dada ação/decisão alvo da discussão coletiva. Para isso, a turma deve ser organizada em grupos, cada um sendo responsável por um tipo de personagem. Logo, cada grupo apresenta uma lógica interna. Por exemplo, no grupo de juízes, os alunos deverão comportar-se de acordo como imaginam que seriam os juízes. No grupo de pessoas favoráveis a uma ação/decisão, os alunos deverão comportar-se como imaginam que essas pessoas o fariam. O mesmo procedimento deve ser adotado quanto ao grupo de pessoas contrárias a essa ação/decisão, ao grupo de testemunhas e, se você julgar necessário, ao grupo de pessoas com direito a voto, se for o caso de júri popular.

A **assembleia** é uma variação do júri simulado. Nesse caso, está em discussão a aceitação ou não de uma medida que afeta o coletivo. Você pode propor que os próprios alunos decidam como será atingida a decisão final: por votação, com vitória da maioria, ou por dissenso seguido de consenso – nesse caso, trata-se de um caminho pouco usual, merecendo ser conhecido pelos jovens e legitimado democraticamente.

## Registros por escrito

Os registros escritos são excelentes instrumentos para o desenvolvimento de competências e habilidades. Além de permitir ao professor verificar os diferentes pontos de partida dos alunos, seus conhecimentos prévios e opiniões, esse tipo de ferramenta pedagógica possibilita que os alunos tomem consciência de seu processo de aprendizagem.

Separamos a seguir alguns dos principais tipos de registro por escrito presentes nas atividades desta coleção:

- › **resumo** – essa atividade exige que os alunos evidenciem as ideias-chave de um texto ou reportagem de rádio/TV, por exemplo. Neste tipo de atividade não se colocam opiniões sobre o que foi estudado, apenas as principais informações.
- › **síntese** – diferencia-se do resumo por exigir que os alunos confrontem ideias entre diferentes fontes de informação, exigindo-lhes a organização de ideias a respeito de um tema, e a elaboração de um texto. Você pode solicitar aos alunos que se posicionem quanto ao tema;
- › **relato de atividade** – trata-se de uma descrição a respeito de uma atividade realizada, como uma atividade prática, uma visita a um museu ou, como já comentamos, uma discussão coletiva. Você pode solicitar em maior ou em menor detalhes essa descrição.



## Elaboração de poemas, músicas e outras formas de expressão artística

Para a elaboração de poemas ou músicas os alunos devem dominar o conteúdo estudado, ligando-o a outros presentes em seu cotidiano de uma forma lúdica e interessante. Incentive a expressão dos alunos, solicitando-lhes que utilizem outras linguagens para abordar temas estudados nas aulas. Ao final, permita que eles utilizem diversas formas de apresentação, como exposição, roda de apresentações ou de canto, sarau etc. Esse momento deve ser de troca e valorização das diferentes expressões dos alunos, reforçando também os aprendizados conceituais.

## Elaboração de esquemas e desenhos

Os alunos podem elaborar esquemas que sintetizam os conteúdos estudados, assim como as etapas de um processo biológico.

Mais elaborado que um esquema é o **mapa conceitual**, que expressa as relações entre conceitos (Ausubel et al., 1980). Ressalte que verbos ou expressões verbais devem ligar os conceitos. Além disso, lance uma questão a ser respondida via mapa conceitual. É importante notar quais os alunos, ao elaborarem um dado mapa, percebem a diferença entre os conceitos: mais abrangentes, “intermediários” ou mais específicos.

Você pode orientar os alunos a fazer desenhos de seres vivos ou de suas partes, vinculando-os a esquemas, assim como pode lhes pedir que se expressem por outras linguagens menos realistas para abordar temas estudados nas aulas. Tal como nos poemas, poderão manifestar sentimentos e emoções, sendo importante perceber a diferença existente entre essas duas formas de registro. No caso dos poemas e músicas algumas imprecisões são possíveis para garantir uma certa liberdade poética, embora não possam haver erros conceituais. Já no caso dos desenhos é imprescindível que seja garantida a correta apresentação dos conteúdos e dos objetos representados.

Desenhos também podem ser apresentados de diferentes formas em uma classe de Ensino Médio. Desde uma exposição mais formal, até a construção de jogos de cartas, fanzines ou outras formas mais atraentes para a faixa etária. Deixar que os alunos escolham a forma de apresentação que mais interessa ao grupo pode ser uma forma de aumentar ainda mais o interesse dos mesmos pela atividade.

## Registros de imagens

Fotografias e vídeos são formas interessantes de expor um conteúdo, a opinião de um grupo, o resultado de uma investigação.

Esse tipo de registro requer uma discussão prévia essencial abordando a ética. Muitas imagens têm sido veiculadas no mundo todo sem o devido cuidado quanto à dignidade humana.

Por essa razão, oriente os alunos a sempre solicitarem por escrito a permissão das pessoas que aparecem nas imagens, fazendo uso do chamado termo de consentimento. Trata-se de uma declaração em que as pessoas fotografadas ou filmadas afirmam que concordam com o uso que será feito de suas imagens, sendo garantida a preservação de sua dignidade. Oriente os alunos a apresentar as fotos e os vídeos às pessoas cujas imagens foram registradas, a fim de que estas possam avaliar se sua veiculação será permitida. Além disso, é essencial que se dê, a quem registrou as imagens, o devido crédito.

- **Foto** – oriente os alunos a elaborarem legendas que sejam apropriadas ao que aparece nas imagens, lembrando-os que devem transmitir informações pertinentes e não serem demasiadamente longas. No caso de seres vivos e partes de seus corpos, escalas são informações importantes a quem visualiza as imagens.
- **Vídeo** – você pode desenvolver com os alunos os chamados “filmes de curta duração”, conhecidos como “curtas”. Diversos temas podem ser abordados, representando um importante meio de expressão dos alunos. Os “curtas” podem ser apresentados durante um festival temático na escola ou podem ser atrelados a outras atividades, como a criação de reportagens em *blogs*.

## Reportagens

A confecção de reportagens é um recurso didático bem interessante para alunos do Ensino Médio. Esse tipo de atividade, geralmente utilizado no Ensino Fundamental, pode ter objetivos mais complexos para os jovens. Eles são capazes de analisar a fidelidade das informações, a tentativa de neutralidade de quem escreve a reportagem e as diferentes formas com que o conteúdo pode ser apresentado. Assim, trata-se de uma atividade que estimula o protagonismo juvenil, pois os alunos podem denunciar, questionar e propor reflexões sobre diversos temas presentes em nossa sociedade, expressando-se também com diversas linguagens. Oriente os alunos a utilizar linguagem adequada ao público ao qual se destina a reportagem. As reportagens podem fazer parte de um projeto escolar, como um jornal ou um *blog*, e não precisam ser necessariamente divulgadas na forma de textos – podem ser reportagens de rádio ou de televisão.

## Elaboração de cartazes

Você pode propor aos alunos que confeccionem cartazes, ressaltando o potencial informativo por imagens. Por isso, oriente-os a elaborar cartazes em que as imagens transmitam ideias essenciais. Lembre-os de que os textos, além de serem relativamente sucintos, devem dialogar com as imagens.

Estimular os alunos a confeccionar cartazes interessantes e que mobilizem mais leitores pode ser outra interessante tarefa a ser pedida pelo professor de Biologia. Os cartazes podem ser expostos na própria instituição escolar ou na comunidade onde ela se localiza, tornando mais significativa a ação pedagógica da atividade proposta.

## Estudos do meio

Os estudos do meio favorecem a interdisciplinaridade e a contextualização, desafiando as diversas disciplinas escolares a aproximarem-se em busca de análises sobre a realidade, que pode ser mais próxima ou mais distante dos alunos.

Constituem boas oportunidades dessa forma de abordagem visitas a parques, museus de Ciências e Tecnologia, exposições temáticas. Esse tipo de atividade deve ser previamente planejado com a direção da escola, cuidando das questões referentes à segurança dos alunos no deslocamento até o local escolhido e durante a atividade.

Estudos do meio são momentos em que os alunos, instigados por uma questão problematizadora, vão a campo observar, coletar dados, registrar a realidade, confrontar hipóteses etc. Antes de sair a campo é importante que esteja claro aos educandos qual os objetivos do estudo e imprescindível que as tarefas estejam divididas e que se tenham os materiais necessários e ds.

Se possível, convide outros professores para trabalhos conjuntos, enriquecendo assim a atividade e possibilitando aos alunos entender a realidade presente no meio de forma mais ampla.

As atividades fora da sala de aula devem ser planejadas em conjunto com a coordenação e a direção da escola, para organização das etapas necessárias (transporte, autorização dos responsáveis, materiais necessários etc.).

Estudos do meio bem articulados e definidos em parceria com os alunos podem desenvolver habilidades de comunicação científica e ajudar os educandos a estabelecer importantes relações entre os fenômenos observados no local de estudo e os conhecimentos presentes no livro didático. Isso

aumenta a atitude investigativa dos alunos e promove uma compreensão articulada dos fenômenos naturais e dos processos tecnológicos presentes em nossa sociedade.

## Entrevista

Dependendo dos objetivos da atividade, a entrevista pode buscar a opinião de especialistas em determinado assunto, de pessoas da comunidade escolar ou do entorno da escola. Oriente os alunos a prepararem-se para a entrevista, traçando os objetivos dessa atividade, valorizando o momento em que estarão em contato direto com o entrevistado e redigindo um roteiro de perguntas. Os alunos podem fazer entrevistas mais abertas, no sentido de apresentarem questões-chave, mas estando atentos para abordar temas que pareçam relevantes ao(a) entrevistado(a). É essencial que o(a) entrevistado(a) receba a transcrição da entrevista e dê um retorno sobre a versão transcrita e sobre o que os alunos pretendem divulgar ao público. Ressalte que o(a) entrevistado(a) tem o pleno direito de solicitar a modificação de informações que lhe pareçam indevidas. Discussões sobre posturas éticas do entrevistador, respeito ao entrevistado e formas de registro das entrevistas são fundamentais antes de os alunos saírem a campo.

## Apresentações de trabalhos para a classe

Os alunos podem apresentar seus trabalhos de diversas maneiras, na forma de seminários, por exemplo, e usando recursos variados para incrementar a apresentação, como dramatização, dinâmicas que envolvam a plateia etc. Independente da forma de apresentação, compartilhe com os alunos previamente os objetivos da atividade e que aspectos serão avaliados.

Um ponto importante a ser trabalhado ao longo das apresentações de classe é o espaço para se ouvir o outro e também respeitar a opinião de todos. Se possível peça que os alunos registrem o que viram ou ouviram durante as apresentações para que se crie o hábito de que os alunos estejam realmente atentos durante esse tipo de atividade. Refletir sobre o que se ouve são habilidades que precisam ser desenvolvidas na escola, pois estão pouco presentes fora da sala de aula. Garanta que esse registro seja instigante para os alunos e, se possível, que ele possa ser utilizado em alguma outra atividade escolar.

## Jogos

Seus objetivos devem ser explicitados, e as regras previamente combinadas com a turma, a fim de que os jogos sejam explorados como potentes recursos

didáticos. Sempre que possível, deve-se levar os alunos à construção de regras ou instruções adicionais para os jogos.

Planeje tempo suficiente para que os jogos aconteçam sem interrupção antes de seu término, o que desmotivaria os alunos e reduziria o potencial pedagógico da atividade. O término do jogo é um momento pedagogicamente importante, em que é possível organizar uma discussão a respeito da atividade. Nessa discussão, podem ser destacados os conceitos envolvidos no jogo, as dúvidas que surgiram e como os alunos autoavaliam sua participação. Assim, a discussão pode ter dois objetivos principais:

a) relacionar o jogo com os conceitos estudados, aproveitando para avaliar os efeitos da atividade no aprendizado – é recomendável que os alunos registrem as relações feitas;

b) permitir que os alunos avaliem o jogo, o que aprenderam, que estratégias utilizaram, o que fariam diferente se jogassem novamente, o que sentiram a respeito da interação com os colegas.

Mediar situações de conflito entre os alunos em relação às regras é tarefa fundamental do(a) professor(a). Neste tipo de atividade seu papel é coadjuvante. O próprio jogo e seu desenvolvimento pelos alunos influenciará na aprendizagem dos conteúdos envolvidos.

## Realização de pesquisas

As pesquisas podem ser realizadas em grupos ou individualmente, no ambiente escolar ou fora dele. Oriente o trabalho de pesquisa, conversando inicialmente com os alunos sobre:

- a importância de sempre consultar diversas fontes de pesquisa, reconhecendo quais seriam as principais;
- a relevância em citar as devidas referências;
- a importância de selecionar o local onde é possível obter informações (museus e bibliotecas), incluindo pessoas que possam ser entrevistadas;
- a necessidade de clareza sobre o objetivo da pesquisa; aponte aos alunos que aspectos serão avaliados (se deve ser uma revisão bibliográfica, um relatório contendo resultado de uma observação ou atividade prática, ou uma análise crítica de temas tratados na mídia, entre outras possibilidades);
- os tópicos a serem pesquisados.

## Pesquisas na internet

Atualmente é muito comum que as pesquisas escolares sejam feitas pela internet, quando os alunos têm acesso a essa ferramenta (Almeida, 2008). Embora seja aparentemente de fácil uso, a rede mundial de computadores traz muitos benefícios e alguns riscos importantes de serem conhecidos e considerados. Podemos incluir entre as vantagens: a diversidade de informações sobre qualquer tema pesquisado, o acesso a bibliotecas e museus de várias partes do mundo, a possibilidade de se pesquisar conteúdo não somente em formato de texto, mas também de imagens e vídeos etc. Entre os riscos das pesquisas na internet estão a qualidade das informações publicadas – nem sempre verídicas ou imparciais, podendo ter caráter opinativo), a facilidade de dispersão pelas possibilidades de *links* geralmente oferecidos por um *site*, o contato com conteúdos nem sempre adequados para a faixa etária do aluno e a exposição a propagandas.

A internet pode ser uma excelente ferramenta de pesquisa escolar, mas os alunos devem aprender a utilizar esse recurso com qualidade e segurança. Pesquisas recentes mostram que, quando não são orientados, os educandos criam critérios próprios para fazer suas investigações, o que nem sempre acarreta em resultados adequados ou livres de riscos (Almeida, 2008; Unicef, 2013). Cabe ao professor assumir o papel de mediador e articulador no processo de construção de conhecimento dos alunos, trazendo orientações e recomendações que transformem as pesquisas escolares na internet em uma forma de desenvolver autonomia com segurança (Oliveira, 2008).

Usamos o termo “navegar” para o processo de busca de informações na internet. Se imaginarmos todo o conhecimento disponível como um imenso oceano de informações, é possível perceber o quão grande é a aventura de encontrar algo em meio ao enorme volume de textos, imagens, vídeos, simulações etc. Com esta analogia, percebemos que é muito mais fácil navegar quando temos um bom mapa, bons instrumentos e orientações eficientes – e esse é o papel do educador quando o assunto é internet.

Seguem algumas dicas mais práticas para auxiliar a traçar esse “mapa de navegação”:

– Torne-se um professor pesquisador (se você já não for um). Conhecer os riscos e benefícios da rede



de computadores é fundamental para melhor orientar os alunos. Um bom material para iniciar esse estudo é a cartilha “Navegar com segurança: por uma infância conectada e livre da violência sexual”, da ONG Childhood Brasil (2012).

– Proponha um tema e faça com que eles identifiquem o que sabem e o que não sabem sobre o assunto. Pesquisas a partir de suas dúvidas são mais significativas e diminuem a dispersão.

– Ajude-os a escolher palavras-chave específicas para a pesquisa. Uma dica é usar duas ou mais palavras, pois quanto maior o número de palavras, mais refinada será a busca.

– Indique um *site* de busca eficiente e confiável. Informe-se sobre qual é a ferramenta de segurança contra conteúdos impróprios que o *site* possui e oriente os alunos a instalá-la. Garanta que essa proteção esteja instalada nos computadores da escola.

– Encontre e sugira algumas fontes de informação importantes que devam ser pesquisadas (há diversas sugestões no livro).

– Priorize *sites* de organizações governamentais, instituições de pesquisa ou de grandes instituições que possuem maior rigor em suas publicações.

– Proponha aos alunos que leiam e anatem os dados relevantes encontrados e sempre comparem as informações, checando a veracidade do que foi obtido em cada fonte consultada.

– Oriente-os a não clicar em anúncios ou janelas com ofertas ou propagandas.

– Avalie a pesquisa feita como um processo no qual os alunos estão aprendendo a questionar de forma construtiva e a buscar respostas aos seus questionamentos.

– Proponha que ao final de uma pesquisa os alunos redijam resumos, esquemas ou outros produtos que possam ser compartilhados, mostrando que pesquisar é uma forma de organizar informações com uma determinada finalidade.

Uma pesquisa bem orientada pode desenvolver muito as capacidades de interpretação, julgamento e decisão dos alunos, contribuindo para o processo de construção da cidadania plena dos jovens. Além disso, ao aprenderem a pesquisar sobre suas dúvidas e a buscar respostas para suas inquietações em *sites* confiáveis e seguros, os alunos vão se transformando em autores sociais menos suscetíveis a discursos publicitários e certamente serão protagonistas de cenas sociais mais significativas para a sua vida e a de sua comunidade.

## Atividades práticas

As atividades práticas são fundamentais para o ensino de Biologia, pois ajudam os alunos a vivenciar de forma direta alguns dos fenômenos estudados. Não devem ser encaradas como passatempos, nos quais os conceitos que se deseja trabalhar não ficam evidentes para os educandos.

Os alunos podem ser envolvidos nas atividades práticas, desde o momento de preparação.

Ressalte a importância de posturas cuidadosas durante as atividades práticas; com isso, evitam-se acidentes, diminuem-se as despesas com materiais e pode-se ter maior clareza sobre o que foi desenvolvido e observado.

Algumas atividades práticas, dependendo do que será realizado, podem ocorrer fora do laboratório, desde que não ofereçam riscos aos alunos e a você. É o caso de montagem de modelos ou atividades em que não se usam reagentes, entre outras.

No caso de atividades em laboratório, se alguns alunos tiverem receio em manusear aparelhos, substâncias ou vidraria em geral, trabalhe essa questão, preparando-os para que o conhecimento sobre a própria estrutura do laboratório e sobre os materiais supere a insegurança. Da mesma maneira, ressalte que, com responsabilidade, planejamento, cooperação e atenção, os acidentes são evitados.

A seguir, apresentamos orientações ao trabalho em laboratório.

### A organização ideal do laboratório

Discuta com os alunos sobre a estrutura e organização do espaço. Nesse sentido, eles devem saber por que cada material deve ser acomodado em um determinado local. Da mesma maneira, é essencial que saibam a importância de cada região do laboratório. Observe na figura da página seguinte um exemplo de laboratório que oferece segurança.

Com base na figura, você pode verificar se as seguintes condições são adequadas e satisfatórias:

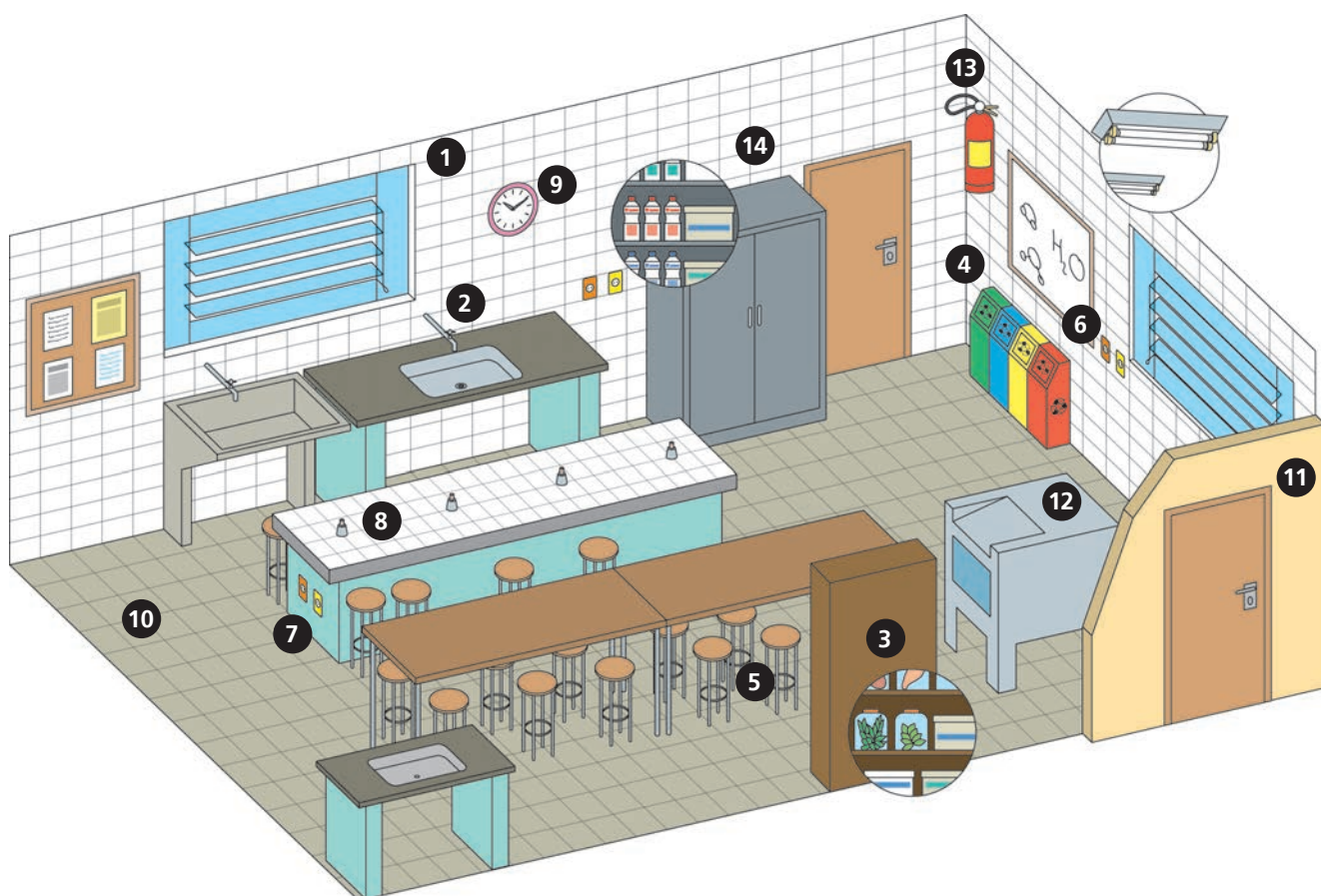
1. As janelas favorecem a ventilação e a claridade apropriadas.
2. As pias e os chuveiros podem ser facilmente utilizados em situações em que isso seja necessário.
3. Os materiais e reagentes têm rótulos para serem facilmente identificados e encontram-se em uma altura apropriada, ao alcance das mãos e “dos olhos”.

4. Há lixeiras para os diversos tipos de resíduos, à frente e ao fundo do laboratório, o que facilita a circulação das pessoas; há recipientes com os devidos rótulos para descarte de reagentes.
5. As bancadas estão livres de objetos e situam-se a distâncias adequadas entre si, de modo que a circulação pelo laboratório não está prejudicada; os bancos são confortáveis e contam com antiderrapantes em seus pés.
6. Há quadro de giz ou similar, visível a todos.
7. As tomadas indicam a tensão (110V/ 220V).
8. A fonte de gás está evidente na bancada; para cada bancada, há torneiras de segurança, da parede até o fogareiro: uma para o laboratório todo e duas em cada bancada.
9. Há relógio para controle do tempo.
10. O piso é antiderrapante e não apresenta desnível.
11. Há duas portas que facilitam a entrada e a saída de pessoas.
12. Há capela para manipulação de substâncias que possam ser irritantes durante sua manipulação.
13. Há um quadro de emergência, situado perto da caixa de primeiros socorros, onde se encontram mantas e sacos de areia para combater fogo; há extintores de incêndio, em locais livres e visíveis.
14. Antes do início da aula, deve-se sempre verificar se as bocas de gás estão devidamente fechadas e inspecionar se há substâncias derramadas no chão e nas bancadas; nesse caso, deve ser feita a limpeza.

### Preparação para a aula em laboratório

Discuta com os alunos:

- os objetivos da atividade que será realizada e os métodos a serem adotados; estimule os alunos a explicar os procedimentos uns aos outros, possíveis alternativas metodológicas e até mesmo o que deve ser feito em situações de acidentes. Para isso, sem alarmá-los, sugira uma situação hipotética de acidente e lhes peça que expliquem o que deve ser feito;
- a descrição dos materiais a serem utilizados;
- o descarte adequado de cada substância utilizada.



Eduardo Borges/Arquivo da editora

## Postura em laboratório

Oriente os alunos a:

Ilustrações: Osvaldo Sequeitin/Arquivo da editora



Vestir-se adequadamente no dia da aula em laboratório, calçando sapatos e roupas os mais fechados possíveis.

Sempre comunicar imediatamente a você todo acidente que aconteça no laboratório. Nunca ingerir alimentos ou água em laboratório.



Antes de entrar no laboratório, trocar as lentes de contato por óculos, prender os cabelos, se estes forem médios ou longos, e vestir avental de lgodão, devidamente abotoado.

Somente utilizar substâncias com rótulos; caso encontrem uma substância sem identificação, devem comunicar o fato a você.



Nunca manipular substâncias inflamáveis próximos a quaisquer fontes de calor.

Não deixar livros sobre a bancada de trabalho.

Lavar as mãos após as atividades.

### Finalização da aula em laboratório

Antes da finalização da atividade em laboratório, reserve alguns minutos para você e os alunos:

Evitar o contato de substâncias com a pele, boca ou olhos.

Pipetar substâncias somente com equipamentos, como pera de pipetação, nunca com a boca.



Verifiquem se as bocas de gás estão devidamente fechadas.



Sempre trabalhar acompanhados em laboratório e tirar as dúvidas com o professor.

- › Inspecionarem se há substâncias derramadas no chão e nas bancadas; nesse caso, deve ser feita a limpeza.
- › Verifiquem se há materiais em locais inapropriados.
- › Lavarem as mãos.

Professor(a), um material de referência a respeito da importância da experimentação no ensino e na organização de laboratórios escolares é o documento *Laboratórios*, do Curso Técnico de Formação para os Funcionários da Educação. Disponível em: <<http://portaldoprofessor.mec.gov.br/storage/materiais/0000013620.pdf>>.

Acesso em: 30 abr. 2013.



## Avaliar em processo e com diversidade de instrumentos e situações de aprendizagem

A avaliação deve ser entendida como uma alavanca que impulsiona o êxito de cada aluno(a) e da escola como um todo. Para tanto, deve ser contínua e evolutiva, o que dará a você subsídios para a percepção de avanços e de dificuldades, tanto seus quanto os de seus alunos. Assim, a avaliação constitui um instrumento fundamental na ação pedagógica e serve de ponto de partida para novas aprendizagens.

Machado (2006) ressalta a importância do processo avaliativo:

Para avaliar, então, é preciso ir além da medida, recorrendo a indicadores mais complexos, a indícios de competência. E dado que as competências são múltiplas e variadas, é praticamente impossível apreendê-las recorrendo a um só tipo de instrumento. **Os instrumentos de avaliação funcionam como canais de apreensão/manifestação de competências. Eles também precisam ser múltiplos, variados, compondo um amplo espectro de formas.** Um grande desafio para a construção de um sistema de avaliação pertinente é o discernimento na escolha das componentes de tal espectro de instrumentos.

Sem dúvida, provas são importantes instrumentos de avaliação. Em sua forma mais comum, que é a escrita, representam momentos em que se exige a demonstração da capacidade de explicitação do que se aprendeu, em espaço e tempo determinado. Em sua forma oral, menos frequente nos dias atuais, são abertos outros canais de expressão e de apreensão de indícios reveladores do real conhecimento dos alunos. Quando são eliminadas as avaliações orais, em razão, muitas vezes, não de seu caráter indesejável, mas sim da impossibilidade de realizá-las, decorrente do grande número de alunos, outros instrumentos precisam ser criados visando ao mesmo fim. Nas provas orais, parcelas importantes de conhecimentos tácitos, ainda que não sejam diretamente expressos, sustentam aquilo que se consegue explicitar. **Um olhar, um gesto, uma interjeição podem significar muito.** Às vezes, podem revelar mais do que as próprias palavras.

Ainda no que se refere às provas, as modalidades com consulta e sem consulta são, ambas, importantes. Podem apreender diferentes formas de manifestação de competências. Há coisas na vida que temos que fazer sozinhos, isoladamente, sem recorrer a bancos de dados ou a outras pessoas. Mas há muitas outras tarefas que importa que desempenhemos bem, mas não importa se consultamos enciclopédias, manuais, internet, ou amigos mais sabidos. As duas formas de manifestação de competência – com e sem consulta – são valiosas e devem compor o espectro de instrumentos de avaliação.

(Machado, 2006, p.106-109, grifos nossos)

A avaliação realizada ao longo de uma sequência didática, e não somente em seu final, permite aos alunos reverem ações e planejarem outras, a fim de desenvolverem novas aprendizagens. Nesse sentido, os apontamentos do(a) professor(a) são essenciais aos alunos com dificuldades em identificar o que ainda não sabem e/ou àqueles que não sabem como superar essas dificuldades. O(a) professor(a) também pode orientar os alunos que desejam aprimorar o que já aprenderam.

Por outro lado, na avaliação processual surgem possibilidades para o(a) professor(a) refletir a respeito de sua própria atuação, podendo, assim, encontrar alternativas didáticas a suas práticas de ensino.

Esta coleção se baseia nesses pressupostos. Ao longo dos diversos capítulos são propostas atividades que permitem tanto ao professor quanto aos seus alunos realizar uma avaliação, acompanhando o processo de aprendizagem e tornando-os sujeitos ativos desse processo.

Compartilhe com os alunos o que será avaliado com cada instrumento e situação de ensino antes de sua execução, por exemplo: uso da linguagem, capacidade de argumentação, aspectos conceituais e adequação da apresentação de um trabalho.

Toda avaliação deve ser realizada e interpretada de acordo com objetivos previamente estabelecidos e discutidos com os alunos.

A diversidade de instrumentos e situações de avaliação possibilita que a singularidade de cada aluno(a) seja valorizada pela escola.

No processo avaliativo, é fundamental a utilização de diferentes linguagens, como a verbal, a oral, a escrita, a gráfica, a numérica, a pictórica, de forma a considerar as diferentes aptidões dos alunos. Por exemplo, muitas vezes o aluno não domina a escrita suficientemente para expor um raciocínio mais complexo sobre como compreende um fato histórico, mas pode fazê-lo perfeitamente bem em uma situação de intercâmbio oral, como em diálogos, entrevistas ou debates (Brasil, 2002-a, p. 98-99).

Segundo Hoffmann (2005), não somente a dimensão individual deve ser considerada pela avaliação, mas também a coletiva:

É preciso valorizar as diferenças individuais sem jamais perder de vista o contexto interativo. **Escola é sinônimo de interação.**

Toda a relação de saber se dá a partir da interação do sujeito com os objetos de conhecimento, da relação com os outros e da relação consigo próprio. Significa que cada aluno, interativamente, descobre o mundo à sua própria maneira, diferente e única. Mas aprende o mundo de forma mais rica e desafiadora na medida de sua maior socialização e da cooperação

dos adultos que medeiam o seu saber. [...] É função da avaliação a promoção permanente de espaços interativos sem, entretanto, deixar de privilegiar a evolução individual ou de promover ações mediadoras que tenham sentido coletivo.

Para que o processo avaliativo tenha sentido, as propostas educativas precisam estar articuladas em termos de gradação e complexidade. **O objetivo é fazer desafios superáveis aos alunos, de modo que as respostas de cada um provoquem o professor a fazer outras perguntas sobre elas, em outras dimensões, sobre outros assuntos, sob diferentes formas e provocativas também em termos de estratégias de pensamento.** Nesse sentido, a heterogeneidade, ou seja, os diferentes saberes dos alunos, que cooperam entre si e debatem os assuntos, é fator fortemente favorecedor da melhora das aprendizagens. [...]

Avaliação é, portanto, uma ação ampla que abrange o cotidiano do fazer pedagógico e cuja energia faz pulsar o planejamento, a proposta pedagógica e a relação entre todos os elementos da ação educativa.

(Hoffmann, 2005, p. 16 e 17, grifos nossos)

Ao avaliar utilizando um conjunto de instrumentos e situações de ensino ao longo de uma sequência didática, será possível obter uma diversidade de informações sobre cada aluno.

Torna-se então necessário sintetizar essas informações, tarefa complexa e um tanto subjetiva. Reforçamos a importância de você considerar as necessidades educacionais de cada aluno, reconhecer seus esforços e progressos ao longo do tempo. Valorize não somente aspectos quantitativos, mas também qualitativos das produções e atuações, assim como os conteúdos de aprendizagem conceituais, procedimentais e atitudinais desenvolvidos.

Avaliação é diferente de examinação, esta última servindo apenas para verificar se os aprendizes alcançaram ou não um patamar desejado, muitas vezes gerando uma classificação ou *ranking*. O ato de avaliar consiste, por sua vez, de três passos: constatar a realidade, qualificar essa constatação e tomar decisões a partir dessa verificação.

Assim, avaliar pressupõe orientar o curso do processo de ensino e não apenas examinar os alunos e sua aprendizagem. É de acordo com tais pressupostos que inserimos atividades para avaliação nesta coleção.

Outro aspecto que consideramos fundamental é a avaliação da aprendizagem do ponto de vista do próprio educando. A **autoavaliação** é essencial para que os alunos reflitam a respeito de como têm

aproveitado as situações de ensino e explorado seus recursos cognitivos. É importante que a autoavaliação ocorra ao longo do processo educacional, a fim de que você e os alunos possam discutir aspectos relacionados ao ensino e à aprendizagem, enaltecendo a parceria educador-educandos.

Chame a atenção de cada aluno para o que ele percebia de si e do que sabia sobre os conteúdos no início da sequência didática e o que passou a compreender sobre si e sobre os conteúdos após o ensino desenvolvido. A maioria das estratégias listadas anteriormente nesse Manual serve como bons propiciadores de autoavaliações.

## Estrutura da coleção

Elaborada em linguagem clara e adequada ao nível médio de ensino, esta coleção apresenta temas e atividades diversas, que possibilitam o desenvolvimento de aprendizagens.

Os textos da coleção priorizam o diálogo com os alunos e foram desenvolvidos de forma a proporcionar uma leitura fluida e clara. Essa característica é essencial para que a compreensão dos conhecimentos científicos relacionados à Biologia se desenvolvam pela investigação, pelo questionamento e pela divulgação dos resultados.

Na escola básica, os alunos devem compreender que as definições científicas não são “dogmas”. É importante que os alunos percebam que os conceitos não são absolutos nem imutáveis; eles modificam-se, influenciados por novos estudos e debates na comunidade científica.

Um comentário faz-se necessário a respeito do uso de palavras em itálico no texto. De acordo com as regras de nomenclatura biológica, nomes de espécie e gênero devem ser destacadas em itálico (mais comum em textos impressos) ou sublinhadas.

Segundo normas de redação da Língua Portuguesa, palavras estrangeiras devem ser destacadas em um texto, também utilizando-se o itálico. Vejamos um exemplo: no volume 1, comentamos a respeito da hipótese do *Big Bang*, origem do universo – o termo *Big Bang*, expressão da língua inglesa, vem destacado em itálico.

No caso de palavras de origem latina ou grega que constituem nomes de outras categorias taxonômicas que não espécie ou gênero, optamos por não as destacar em itálico, para não confundir os alunos em relação às regras da nomenclatura biológica. A família das jiboias, por exemplo, denomina-se família Boidea – palavra latinizada que não aparece em itálico no texto.

Os nomes das estruturas estão atualizados de acordo com as nomenclaturas anatômica, citológica, histológica e humana, utilizando-se como base a obra *Tratado de Anatomia aplicada*, volumes 1 (1998) e 2 (1999), de L. J. A. Di Dio. Muitos nomes oficiais são diferentes daqueles tradicionalmente utilizados e, por isso, em muitos casos o nome antigo é apresentado aos alunos entre parênteses.

O estudo da Biologia não pode prescindir dos termos técnicos próprios da área, porém esses termos são utilizados ao longo do texto de forma criteriosa e adequada, priorizando a compreensão dos conceitos.

Todos os livros da coleção apresentam um **glossário etimológico**. A etimologia ajuda a compreender a origem de alguns termos próprios da Biologia, o que

favorece a construção de significado em vez de uma simples memorização. A referência ao glossário etimológico encontra-se nos textos e na forma de atividades propostas em pequenos boxes ao longo dos capítulos.

Uma breve apresentação da estrutura da obra é feita no início de cada livro. Cada volume da coleção foi estruturado em unidades temáticas, e estas, subdivididas em capítulos.

O início de cada unidade é marcado por uma imagem e algumas questões que se propõem a motivar os alunos. Nesse momento inicial, não se pretende que as questões sejam respondidas; a imagem pode levar os alunos a uma discussão e/ou reflexão, despertando seu interesse pelo tema – há sugestões de abordagem na parte específica deste Manual.

Os capítulos apresentam pequenos boxes que complementam o texto principal. Esses boxes apresentam um título, de acordo com seu conteúdo:



#### REÚNA-SE COM OS COLEGAS

Atividades que buscam promover a interação entre os alunos, estimulando a capacidade de argumentar e o respeito em ouvir opiniões alheias. Muitas questões propostas levam os alunos a expor conhecimentos prévios.



#### CURIOSIDADE

Como o próprio título indica, este box traz breves textos contendo informações complementares e curiosas a respeito de um assunto, muitas vezes promovendo relações com temas de outras áreas ou com saberes populares.



#### PENSE E RESPONDA

Atividades que podem ser feitas individualmente, constituindo questões desafiadoras, que exigem integração de conceitos e ideias para serem respondidas.



#### MULTIMÍDIA

Sugestões de livros, filmes e sites que complementam o tema estudado.



#### RECORDE-SE

Definições que devem ser destacadas naquele momento, por pertencerem a um tema trabalhado anteriormente ou para salientar aos alunos sua importância para o estudo daquele tema.



#### ATENÇÃO

Os conceitos científicos são definidos em sua forma geral, mas para toda regra existe exceção. Casos particulares, exceções ou lembretes importantes são colocados nesses boxes.



## ATIVIDADE PRÁTICA

Em alguns capítulos são propostas **atividades práticas** (demonstrações e experimentos), que devem ser executadas se existirem condições de segurança e de supervisão durante a atividade.



É possível reconhecer nas seções mencionadas as diretrizes pedagógicas que orientaram a produção desta coleção; os diferentes tipos de boxes permitem desenvolver diversas habilidades, tendo como contexto os temas da Biologia.

As imagens presentes na coleção têm a finalidade de complementar os textos, oferecendo aos alunos uma segunda opção de leitura, possibilitando maior compreensão do assunto em questão.

Todas as imagens apresentadas nos capítulos possuem legendas, para facilitar o estudo e a interação entre texto e imagem. As legendas apresentam em destaque as palavras-chave que descrevem aquela imagem. No caso dos esquemas, tabelas e gráficos, há também um título, que facilita a identificação, pelo leitor, do tema tratado.

Logo no início de cada livro, a organização dos capítulos é apresentada ao aluno, para que ele se familiarize com a estrutura da obra. No caso de esquemas e dos vários tipos de micrografias, ícones são utilizados para permitir a rápida identificação.

Todos os capítulos apresentam as seguintes seções finais:

### VAMOS CRITICAR O QUE ESTUDAMOS?

Os textos da seção auxiliam na compreensão de que o conhecimento científico não é absoluto e acabado. É nessa oportunidade também que são discutidos certos litígios acadêmicos em torno de conceitos, são feitas alertas quanto a detalhes de nomenclatura, Sistema Internacional de Unidades, atualizações recentes, detalhes que escapam ao nível de escolaridade, conflitos entre o senso comum e a posição da Ciência, informações complementares que esclarecem dúvidas que eventualmente possam surgir, alterações em conceitos tradicionalmente utilizados e vários outros tipos de considerações, todos no sentido de ampliar os horizontes do estudante, eliminar dúvidas e evitar a compreensão indevida de conceitos.

### LEITURA

Texto para enriquecimento do assunto trabalhado. Toda leitura é sempre acompanhada de uma ou mais questões que permitem avaliar a compreensão que se teve do texto.

## ATIVIDADES

Questões para elaborar sínteses do conhecimento construído, realizar uma autoavaliação e aplicar os novos conhecimentos em situações hipotéticas, relacionadas a problemas ambientais, sociais e outros. As atividades foram elaboradas levando-se em conta o desenvolvimento de competências e habilidades. Todas as atividades devem ser registradas no caderno, uma ferramenta fundamental de estudo pessoal, complementar ao livro.

As atividades estão organizadas em subseções:

### Revendo e aplicando conceitos

Questões que convidam os alunos a rever conceitos trabalhados no capítulo, estabelecendo relações entre eles e com outros conceitos.

### Trabalhando com gráficos

Questões que envolvem a interpretação de gráficos, seja pela construção de um gráfico a partir de dados fornecidos, seja pela leitura dos dados contidos em um gráfico.

### Ciência, Tecnologia e Sociedade

Questões que relacionam temas do capítulo a questões ambientais, políticas e/ou sociais, incentivando os alunos a mobilizarem conhecimentos para analisar o mundo que os cerca. Esta seção não aparece necessariamente em todos os capítulos, porém questões com tal enfoque sempre estão presentes, seja ao longo do texto ou como parte de outras seções de atividades.

### Questões do Enem e de vestibulares

Seleção de questões extraídas do Exame Nacional do Ensino Médio (Enem) e de vestibulares recentes de diferentes entidades do país, para complementar o processo de autoavaliação da aprendizagem ao final de cada capítulo.

## Referências bibliográficas

ALMEIDA, R. Q. *O ensino aprendizagem em tempos de internet*. São Paulo: Associação de Leitura do Brasil, 2008. Disponível em: <<http://alb.com.br/arquivo-morto/anais-jornal/jornal4/palestrasPDF/rubensqueiroz.pdf>>. Acesso em: 27 abr. 2016.

AUSUBEL, D.; NOVAK, J.; HANESIAN, H. *Psicologia educacional*. Rio de Janeiro: Interamericana, 1980.

BRASIL. Edital nº 3, de 24 de maio de 2012. Exame Nacional do Ensino Médio – Enem 2012. Anexo II – Matriz de referência. Brasília, INEP. 2012. Disponível em: <[http://download.inep.gov.br/educacao\\_basica/enem/edital/2012/edital-enem-2012.pdf](http://download.inep.gov.br/educacao_basica/enem/edital/2012/edital-enem-2012.pdf)>. Acesso em: 18 abr. 2016.

BRASIL. Parâmetros Curriculares Nacionais – Ensino Médio. Brasília, Ministério da Educação, 2002-a. Disponível em: <[portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/blegais.pdf](http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/blegais.pdf)>. Acesso em: 28 mar. 2016.

BRASIL. PCN+ Ensino Médio. Orientações educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais – Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias. Brasília, Ministério da Educação. 2002-b. Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/CienciasNatureza.pdf>>. Acesso em: 28 mar. 2016.

BRASIL. Resolução nº 2, de 30 de janeiro 2012 – Define Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino Médio. Brasília, Ministério da Educação/ Conselho Nacional de Educação/ Câmara de Educação Básica. 2012. Disponível em: <[http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com\\_docman&task=doc\\_download&gid=9864&Itemid](http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com_docman&task=doc_download&gid=9864&Itemid)>. Acesso em: 28 mar. 2016.

CHILDHOOD INSTITUTO; WCF. *Navegar com segurança: por uma infância conectada e livre de violência sexual*. 3. ed. São Paulo: Cenpec; Childhood Instituto, 2012. Disponível em: <<http://new.netica.org.br/educadores/aquivos-cartilhas/navegue-com-seguranca.pdf?view=true>>. Acesso em: 27 abr. 2016.

CRUZ, J. B. *Laboratórios*. Brasília, Ministério da Educação, Universidade de Brasília, 2009.

Disponível em: <<http://portaldoprofessor.mec.gov.br/storage/materiais/0000013620.pdf>>. Acesso em: 28 mar. 2016.

DAYRELL, J. O jovem como sujeito social. *Revista Brasileira de Educação*, n. 24, set-dez, 2003. p. 40-52. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbedu/n24/n24a04.pdf>>. Acesso em: 28 mar. 2016.

Di DIO, L. J. A. *Tratado de anatomia aplicada*. v. 1. São Paulo: Póluss, 1998.

Di DIO, L. J. A. *Tratado de anatomia aplicada*. v. 2. São Paulo: Póluss, 1999.

FUNDO DAS NAÇÕES UNIDAS PARA A INFÂNCIA – UNICEF. *O uso da internet por adolescentes*. Brasília, 2013. Disponível em: <[http://www.unicef.org/brazil/pt/br\\_pesquisa\\_internet.pdf](http://www.unicef.org/brazil/pt/br_pesquisa_internet.pdf)>. Acesso em: 27 abr. 2016.

INSTITUTO NACIONAL DE ESTUDOS E PESQUISAS EDUCACIONAIS. Exame Nacional do Ensino Médio: Documento Básico 2000. Brasília: Inep, 1999.

HOFFMANN, J. *O jogo do contrário em avaliação*. Porto Alegre: Ed. Mediação, 2005.

KRASILCHIK. *Prática de ensino de Biologia*. São Paulo: Edusp, 2004.

MACHADO, N. J. *Educação: Projetos e valores*. São Paulo: Escrituras Editora, 2006.

OLIVEIRA, C. A. *A pesquisa escolar em tempos de internet: reflexões sobre essa prática pedagógica*. Tese de doutoramento. Curitiba: Universidade Federal do Paraná, 2008. Disponível em: <[http://www.ppge.ufpr.br/teses/M08\\_oliveira.pdf](http://www.ppge.ufpr.br/teses/M08_oliveira.pdf)>. Acesso em: 28 abr. 2016.

SCARPA, D. L.; TRIVELATO, S. L. F. A linguagem e a alfabetização científicas: características linguísticas e argumentativas de artigos científicos. *Genética na Escola*, v. 7, n. 2, 2012, p. 46-57.

UNESCO. Declaração Mundial sobre Educação para Todos: satisfação das necessidades básicas de aprendizagem, Jomtien 1990. Unesco, 1998. Disponível em: <<http://unesdoc.unesco.org/images/0008/000862/086291por.pdf>>. Acesso em: 28 mar. 2016.

# Orientações e sugestões para o trabalho com este volume

## UNIDADE 1

### Classificação dos seres vivos; biodiversidade I

**CAPÍTULO 1** – Classificação dos seres vivos

**CAPÍTULO 2** – Vírus

**CAPÍTULO 3** – Moneras

**CAPÍTULO 4** – Protistas

**CAPÍTULO 5** – Fungos

#### Objetivos gerais da unidade

Este livro tem início com uma breve apresentação das características gerais dos seres vivos, tema abordado no volume 1 desta coleção. Em seguida, são apresentados os princípios da classificação adotados pela Biologia para organizar o estudo dos seres vivos. Tais princípios serão fundamentais para o acompanhamento do restante do livro, em que o aluno vai estudar grupos representantes da biodiversidade.

Pretende-se que os alunos percebam a importância de, no estudo científico dos seres vivos, existirem regras de nomenclatura e de classificação, a fim de padronizar e permitir a comunicação entre cientistas do mundo inteiro. Eles também devem perceber a Evolução como conceito central da Biologia, no qual se baseia, atualmente, a classificação dos seres vivos.

Nos capítulos seguintes, os alunos poderão conhecer um pouco da diversidade de vírus, moneras, protistas e fungos. Para cada um desses grandes grupos, o enfoque do estudo é a apresentação de suas características gerais e de sua diversidade, destacando espécies curiosas ou de interesse médico/industrial. É importante que, ao longo do estudo dos seres vivos, seja estimulado o resgate dos conceitos de Ecologia e de Biologia celular, abordados no volume 1 da coleção.

#### Abertura da unidade



A primeira unidade deste livro inicia-se com uma fotografia intrigante, mostrando uma estranha estrutura de cor rósea crescendo no folheto de uma mata ou bosque, ao lado de uma salamandra.

A fotografia foi tirada em uma floresta temperada, no hemisfério Norte. Podem ser feitas algumas perguntas aos alunos: Como se sabe que a estrutura rósea é um ser vivo? Quais características ela possui que são comuns aos seres vivos? Como esse ser vivo se alimenta e se reproduz? E por que ele é classificado como fungo?

Trata-se de um fungo do gênero *Clavaria*, que pertence ao grupo dos basidiomicetos, o mesmo dos fungos que produzem cogumelos. Como os outros



seres vivos, ele se alimenta, utiliza energia obtida do alimento para seu metabolismo e se reproduz.



^ Espécie distinta do gênero *Clavaria*, conhecida popularmente por “fungo coral”, por causa de seu aspecto.

Os fungos obtêm alimento por absorção: lançam enzimas digestivas sobre a matéria orgânica e absorvem os nutrientes. A espécie mostrada na foto não é diferente: ela se alimenta de nutrientes resultantes da decomposição das folhas caídas no chão da mata. Reproduz-se por esporos, que são células especiais capazes de germinar e dar origem a um novo indivíduo, se as condições do meio forem favoráveis.

Estes organismos foram, durante longo tempo, classificados como membros do reino das plantas. Ainda hoje, é comum essa concepção prévia entre as pessoas, baseada, principalmente, na morfologia externa desses organismos. Os fungos possuem, no entanto, características exclusivas que os diferenciam das plantas – eles são heterótrofos e não possuem parede celular de celulose, por exemplo. As paredes celulares dos fungos possuem quitina, um polissacarídeo presente no exoesqueleto dos artrópodes. Esta é uma das características que aproxima, na escala evolutiva, os fungos dos animais.

Durante a discussão baseada na fotografia, não é necessário entrar em detalhes a respeito da biologia e classificação dos organismos mostrados – os aspectos mencionados anteriormente são suficientes, se considerarmos que os alunos já sabem o que são organismos heterótrofos, o que é polissacarídeo e parede celular. É importante que os alunos percebam como o estudo das características dos seres vivos revela aos cientistas indícios a respeito das relações evolutivas entre eles.

Isso acontece com todos os grupos de seres vivos: é fundamental conhecer suas características gerais para compreender sua classificação e, principalmente, para assimilar sua evolução e sua importância no equilíbrio da natureza.

A abertura da primeira unidade termina com algumas questões intrigantes que ilustram essa necessidade de conhecer os grupos – no caso desta unidade, estamos nos referindo aos vírus, às moneras, aos protistas e aos fungos.

## CAPÍTULO 1

### Classificação dos seres vivos

#### Comentários gerais

Este capítulo se inicia retomando as características gerais dos seres vivos, abordadas no volume 1 desta coleção. Neste momento, os alunos têm a oportunidade de rever os seguintes conceitos: estrutura dos ácidos nucleicos, diferenças entre células procarióticas e eucarióticas, reprodução sexuada e assexuada e evolução por seleção natural.

Os processos evolutivos, atuando desde a origem dos primeiros seres vivos, resultam na biodiversidade que, para ser estudada, necessita de um sistema de classificação que seja compreendido e aceito pela comunidade científica.

Quando desejamos elaborar classificações, precisamos estabelecer os critérios nos quais iremos nos basear. Como é possível definir conjuntos diversos de critérios, podemos chegar, como resultado, a diferentes agrupamentos. Assim ocorre também com a classificação dos seres vivos. Ao longo da história da Ciência, existiram diversas propostas de sistemas de classificação, que sofreram ajustes e mudanças, de acordo com o surgimento de novos conhecimentos a respeito dos seres vivos. No século XVII, a descoberta de que existem seres microscópicos, por exemplo, revolucionou a Biologia e as propostas de classificação dos seres vivos então existentes.

As propostas atuais também estão em permanente revisão pela comunidade científica, com base em novos conhecimentos e na natureza dialógica da Ciência.

A classificação segue o uso das mesmas categorias taxonômicas, mas cada uma pode considerar um grupo de seres vivos em categorias distintas, dependendo da análise dos dados. Vamos supor um exemplo: entomologistas (especialistas no estudo de insetos) estão analisando se duas espécies de mariposas pertencem ao mesmo gênero, ou se uma delas deveria ser classificada em um gênero distinto. Outras discussões são mais gerais, como a definição de quais seriam os reinos de seres vivos. Não existe, portanto, uma classificação que deva ser considerada a única correta. No entanto, não devemos optar por qualquer uma, e sim levar em consideração uma proposta

que tenha representatividade na comunidade científica, em termos mundiais. Essa é a razão de utilizarmos a classificação em cinco reinos que se baseia no trabalho de Robert Whittaker, publicado em 1969, modificado por Margulis e Schwartz (2001), pois é uma das propostas mais bem-aceitas atualmente.

A sistemática filogenética é uma das áreas da Biologia que mais têm se desenvolvido nos últimos anos. É importante que os alunos saibam que o critério de classificação considera as relações de parentesco evolutivo entre os seres vivos, desmistificando a ideia de que classificar é apenas dar nomes e criar agrupamentos baseando-se em semelhanças. Os cladogramas, utilizados para representar graficamente as relações evolutivas, são apresentados aos alunos neste capítulo. Conhecer esta ferramenta da sistemática filogenética é fundamental ao estudo da vida na atualidade; no caso dos alunos de Ensino Médio, espera-se que saibam reconhecer um cladograma e as informações essenciais nele contidas, com as adequações necessárias a este nível de escolaridade.

A determinação do grau de parentesco entre grupos de seres vivos exige o estudo do maior número possível de características, levando em consideração aquelas que apresentam origem evolutiva comum (homologias). O que apresentamos neste capítulo são apenas alguns aspectos que permitem distinguir os cinco reinos e que refletem essas relações de ancestralidade comum.

Mesmo dentro da sistemática filogenética existem propostas diversas de classificação, e note que o texto procura evidenciar aos alunos que eles podem encontrar diferentes propostas em outros livros.

Lineu (1707-1778) elaborou o sistema de nomenclatura binomial para espécies, que é adotado até hoje. Os alunos devem compreender a importância das regras de nomenclatura biológica, para facilitar a comunicação entre estudiosos de todo o mundo.

Fonte:

MARGULIS, L.; SCHWARTZ, K. V. *Cinco reinos: um guia ilustrado dos filós da vida na Terra*. 3. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2001.

## Reflexões sobre o ensino de Biologia

### Página 16

#### Sistemática filogenética e o ensino da classificação biológica

Este capítulo destaca a sistemática filogenética como a ferramenta utilizada atualmente pela comunidade científica para classificar os seres vivos. Sua função é a de organizar o conhecimento sobre a diversidade biológica a partir das relações de

parentesco evolutivo, ou filogenia. Desse modo, os critérios de classificação são evolutivos, independentemente da natureza da característica (morfológica, embrionária, comportamental, citológica, molecular etc.). Há um rompimento, portanto, com a abordagem tradicional da classificação biológica que enfatiza as categorias taxonômicas e as relações de hierarquia entre elas, o que está de acordo com os Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio, que aponta a evolução como eixo integrador dos conteúdos em Biologia.

No entanto, há estudos indicando que a abordagem da classificação biológica pela sistemática filogenética, por ser mais recente do que os sistemas tradicionais de classificação, ainda é pouco presente no Ensino Médio (LOPES, 2008).

Em sua dissertação de mestrado, Lopes (2008) mostrou o resultado de um questionário aplicado para alunos do Ensino Médio a respeito do que entendiam por sistemática filogenética, se o tema havia sido abordado nas aulas de Biologia e se o consideravam importante para sua formação (entre outras questões). Apenas metade dos alunos afirmou que o assunto foi abordado nas aulas, o que levantou duas hipóteses: (a) para metade dos alunos o tema esteve ausente no currículo de Biologia, ou (b) muitos alunos não foram capazes de se lembrar do tema, o que indicaria uma falha no aprendizado. Mesmo entre os alunos que afirmaram ter tido aulas sobre sistemática filogenética, poucos souberam responder sobre o seu significado.

É comum também a confusão entre os termos taxonomia e sistemática. Existem escolas de taxonomia que não se baseiam em relações evolutivas. A sistemática filogenética, ou cladismo, é a ciência que estuda a diversidade de seres vivos buscando compreender as relações de parentesco evolutivo, e ela inclui a taxonomia como forma de representar as filogenias (RIDLEY, 2013, p. 499).

Como abordar este tema aparentemente complexo no Ensino Médio?

Não é necessário exigir que termos difíceis como apomorfias, plesiomorfias, sinapomorfias e grupos monofiléticos sejam dominados pelo estudante no Ensino Médio. Já seria um enorme avanço promover compreensão básica de conceitos como “ancestralidade comum”, “características exclusivas”, “características compartilhadas” e “novidades evolutivas”. Oportunizando aos estudantes a aprendizagem significativa de tais termos e conceitos, apresenta-se uma forma dinâmica de organização e de sistematização da biodiversidade. (LOPES, 2008, p. 26)

Estando de acordo com a abordagem sugerida pelo pesquisador, apresenta-se neste primeiro capítulo uma introdução aos princípios da sistemática filogenética em um texto leve, fluido e que procura dialogar com o leitor, mostrando como se constrói um cladograma simples hipotético.

Ao longo deste volume, há comentários a respeito de debates na classificação de grupos de seres vivos, muitas vezes mostrando por que certas propostas tradicionais (ainda encontradas em alguns livros e questões de vestibular) não são mais consideradas válidas – veja como exemplo o texto “Fungos verdadeiros, fungos imperfeitos e fungos flagelados”, no capítulo 5 (página 78). Essas informações são importantes ao mostrar para os alunos que a classificação dos seres vivos está em constante revisão e que as formas antigas de se classificar foram substituídas pela sistemática filogenética.

Considerando ainda o trabalho de Lopes (2008), destacamos a seguir alguns pontos importantes a serem destacados nas aulas de Biologia, a fim de evitar distorções ou imprecisões conceituais:

- enfatizar, sempre que for pertinente, que a evolução não é uma sequência linear de eventos;
- não categorizar grupos de seres vivos como “inferiores” ou “superiores”;
- esclarecer que taxonomia não é sinônimo de sistemática;
- não utilizar linguagem finalista ou explicações que levem ao entendimento de que os processos evolutivos possuem um objetivo;
- não associar evolução com progresso ou desenvolvimento.

A lista acima foi elaborada com base na análise de Lopes (2008) e levou em conta concepções errôneas frequentes no senso comum a respeito da evolução biológica.

Para sua atualização e aprofundamento a respeito dos princípios da sistemática filogenética, recomendamos a obra de Ridley (2013).

Fontes:

LOPES, W. R. *Ensino de Filogenia Animal: percepções de estudantes e professores e análise de propostas metodológicas*. Dissertação de mestrado. Universidade Federal de Pernambuco. Recife, 2008. Disponível em: <<http://repositorio.ufpe.br/handle/123456789/523>>. Acesso em: 15 maio 2016.

RIDLEY, M. *Evolução*. 3. ed. Porto Alegre: Artmed, 2013.

## Sugestões de atividades complementares

### Página 14

#### Classificando seres vivos com base em conhecimentos prévios

Como sugestão de atividade para uma abordagem inicial do tema classificação, propomos um levantamento de conhecimentos prévios dos alunos: eles deverão elaborar uma proposta de classificação de seres vivos, resgatando o que aprenderam no ano anterior e suas concepções prévias.

Os próprios alunos podem elaborar uma lista contendo os seres vivos que conhecem, ou dos quais já ouviram falar. Você também pode fornecer um tema, como uma lista das plantas e animais comuns na região, ou uma lista já pronta com seres vivos diversos.

Reunidos em grupos, os alunos devem criar agrupamentos a partir dos seres listados. Com essa atividade, os alunos poderão perceber a importância de estabelecer um conjunto de critérios que permita formar grupos dentro da diversidade inicial.

Professor(a), você poderá avaliar os conhecimentos prévios dos alunos em relação aos seres vivos e suas habilidades ou dificuldades na tarefa de classificar. Ao final da atividade, as propostas de classificação de cada grupo devem ser comparadas. Comente com os alunos a respeito do processo de classificação e de discussão coletiva e do trabalho harmônico em grupo.

Sugerimos que o resultado da atividade seja retomado após o estudo do item 2 do capítulo: *Classificação dos seres vivos* (páginas 14 a 17). Os alunos poderão perceber que atualmente, na Biologia, o critério fundamental para agrupar os seres vivos baseia-se nas relações evolutivas entre eles.

### Página 23

#### Como os cientistas descobrem uma nova espécie?

Sugerimos que a leitura proposta no livro seja complementada por uma pesquisa, em revistas, jornais e sites de divulgação científica, a respeito de uma espécie recentemente descoberta pela Ciência. Lembre aos alunos que a descoberta não precisa ser de um animal, mas de qualquer ser vivo. Com base nas informações da notícia, cada um deve responder em seu caderno quais aspectos foram importantes na identificação da nova espécie.



Em uma segunda etapa da atividade, os alunos podem levar para sala de aula a notícia selecionada. Reunidos em grupos de 4 ou 5 alunos, devem então escolher uma das reportagens para elaborar um roteiro de questões a serem respondidas a partir da interpretação do texto. Cada grupo deve em seguida entregar o texto e o roteiro de perguntas a outra equipe; deve ler e responder o que for entregue a ele. Esta atividade permite aprimorar as habilidades de leitura e interpretação de texto.

Veja a seguir um exemplo de texto, feito com base nas informações de uma reportagem da revista *Ciência Hoje das Crianças*, e a proposta de uma questão.

### A descoberta de um “peixe misterioso”

Em 1997, uma cientista do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (Inpa) coletou, por acaso, um peixe em um igarapé perto de Manaus. Ele tinha apenas 2 cm de comprimento e não era possível saber se pertencia a uma nova espécie ou se era a forma jovem e desconhecida de algum grupo de peixes. Para piorar, aquele pequeno indivíduo era o único exemplar do peixe misterioso e isso impedia estudos mais aprofundados para descobrir se tratava-se de uma nova espécie.



^ O “peixe misterioso” da Amazônia tem até 15 cm de comprimento.

Os sistematas são os biólogos especialistas em descrever novas espécies e estudar suas relações de parentesco evolutivo. Eles comparam, entre si, espécies já descritas; podem, assim, encontrar exemplares que não se encaixam nas características de nenhuma espécie conhecida. Essa diferença pode ser muito sutil: no caso dos peixes, por exemplo, pode estar no número de escamas ou no formato dos dentes. Os dados necessários para descrever uma nova espécie variam de grupo para grupo de seres vivos.

Quando Jansen Zuanon, um dos biólogos envolvidos no estudo do “peixe misterioso”, analisou pela primeira vez o exemplar encontrado em 1997, ficou surpreso com as características do animal. Ele não conseguiu dizer a qual grupo de peixes da Amazônia o animal pertencia.

A surpresa deu lugar à emoção no ano de 2001. O biólogo estava à procura de uma espécie pequena e, às vezes, difícil de ser encontrada, quando avistou um indivíduo do “peixe misterioso”! Naquele local, cerca de vinte exemplares foram coletados e, finalmente, poderiam ser estudados a fundo.

Hoje, após terem sido feitos muitos estudos, pode-se dizer que o “peixe misterioso” não só pertence a uma nova espécie, como também será preciso criar um novo gênero e uma nova família para classificá-lo, pois ele não se encaixa nos que já existem.

“Para um cientista que trabalha no estudo de um grupo de animais ou plantas, descobrir uma nova espécie sempre é um prazer enorme e uma emoção especial”, contou Zuanon para a revista *Ciência Hoje das Crianças*. “Em alguns locais do mundo, como na Europa e na América do Norte, a fauna de peixes é bem conhecida e espécies novas são raras. Porém, na América do Sul, em particular na Amazônia, a imensidão da região e a quantidade de rios e outros ambientes aquáticos nunca explorados cientificamente é grande. Por isso, há muitas espécies desconhecidas pela ciência”.

Descobrir e descrever espécies é importante, pois somente assim conheceremos a diversidade de animais e plantas que há em áreas como a Amazônia. “Sem conhecê-la, fica difícil arranjar argumentos para preservá-la”, diz Jansen Zuanon. Além disso, novas espécies podem ter características que ajudem os cientistas a entender melhor a evolução dos seres vivos.

Fonte: FIGUEIRA, M. Uma descoberta emocionante. *Ciência Hoje das Crianças*. 12 maio 2004. Disponível em: <<http://chc.cienciahoje.uol.com.br/uma-descoberta-emocionante/>>. Acesso em: 15 maio 2016.

- Baseando-se na leitura do texto, liste algumas características importantes do trabalho de um sistemata, pesquisador que trabalha com identificação de espécies.

Pela leitura do texto, percebe-se que o(a) biólogo(a) sistemata pode ser o profissional que encontra um organismo na natureza (não obrigatoriamente), e que realiza diversos estudos comparativos e análise de características para definir sua classificação, com base na compreensão de sua história evolutiva e das relações de parentesco com grupos já conhecidos.

## Temas abordados: comentários e aprofundamentos

### Página 13



### REÚNA-SE COM OS COLEGAS

#### Biografia de Charles Darwin e Alfred R. Wallace

Com a sugestão de elaborar uma história em quadrinhos, uma narração ou uma canção, os alunos terão não apenas de buscar informações sobre a biografia de Charles Darwin e de Alfred R. Wallace, mas

também fazer uma seleção de fatos relevantes, escolher um tema central e usar a criatividade, sem deturpar os dados pesquisados.

Oriente-os a consultar livros paradidáticos, revistas e sites de divulgação científica, buscando informações confiáveis.

Essa atividade pode ser realizada em conjunto com a disciplina de Língua Portuguesa, pois sugere o uso de diferentes gêneros textuais, e também com a disciplina de Arte. De modo lúdico, os alunos poderão compreender o contexto histórico e cultural em que viviam os cientistas, além das informações sobre o trabalho de cada um.

Veja a seguir alguns dados biográficos relevantes a respeito de Darwin e Wallace.

Charles Darwin (1809-1882) nasceu em Shrewsbury, Inglaterra. Deixou sua cidade com 16 anos de idade para estudar Medicina. Entretanto, sob influência do pai, mudou de rumos e iniciou-se nos estudos religiosos. Após alguns anos, Darwin foi convidado para participar de uma expedição científica. Por cinco anos, ele viajou pela costa do oceano Pacífico e pela América do Sul, passando inclusive pelo Brasil. Na medida em que passava pelos locais, reunia amostras de rochas e seres vivos. Ao regressar à Inglaterra, analisando suas anotações e os materiais coletados, Charles começou a escrever o livro *A origem das espécies*, lançado em 1859. Na época, suas ideias foram alvo de muitas críticas por alguns cientistas e pela sociedade. Mesmo assim, Darwin continuou escrevendo a respeito da evolução biológica e lançou outras obras, até morrer, aos 73 anos.

Alfred Russel Wallace (1823-1913) nasceu em Usk, Inglaterra. Trabalhou com topografia e arquitetura, até começar a estudar botânica. Depois, passou a trabalhar com um famoso entomologista da época, Henry W. Bates, com quem participou de uma expedição ao Amazonas. Ali, conheceu boa parte dos rios, coletou material e fez várias anotações.

Entre 1854 e 1862, conheceu o arquipélago malaio. De volta à Inglaterra, Wallace enviou uma carta a Darwin, descrevendo suas ideias a respeito da evolução por seleção natural. Darwin, que até então não havia publicado suas ideias, incentivado por amigos cientistas, decidiu divulgar sua teoria. Antes, porém, em 1858, Darwin e Wallace apresentaram concomitantemente ideias sobre evolução por seleção natural, em uma reunião de uma sociedade científica em Londres.

## Página 18



### ATIVIDADE PRÁTICA

## Montagem e análise de um cladograma

A atividade tem por objetivo a compreensão dos princípios de elaboração de um cladograma, embora de modo simplificado, considerando o nível de escolaridade. A partir da comparação das características presentes no grupo externo e das condições derivadas observadas nas outras “espécies” ilustradas, é possível identificar as relações de parentesco. Consideramos nesta atividade que os caracteres analisados são homologias e que não ocorreu perda de um caráter em alguma linhagem.

2. O grupo externo já está definido no enunciado da atividade e tem as seguintes características: corpo dividido em três partes distintas (cabeça, tronco e abdômen) e quatro pares de pernas torácicas, finas. Essas características são compartilhadas por todos os seres fictícios apresentados.

As demais características correspondem às novidades evolutivas, ou seja, às características derivadas.

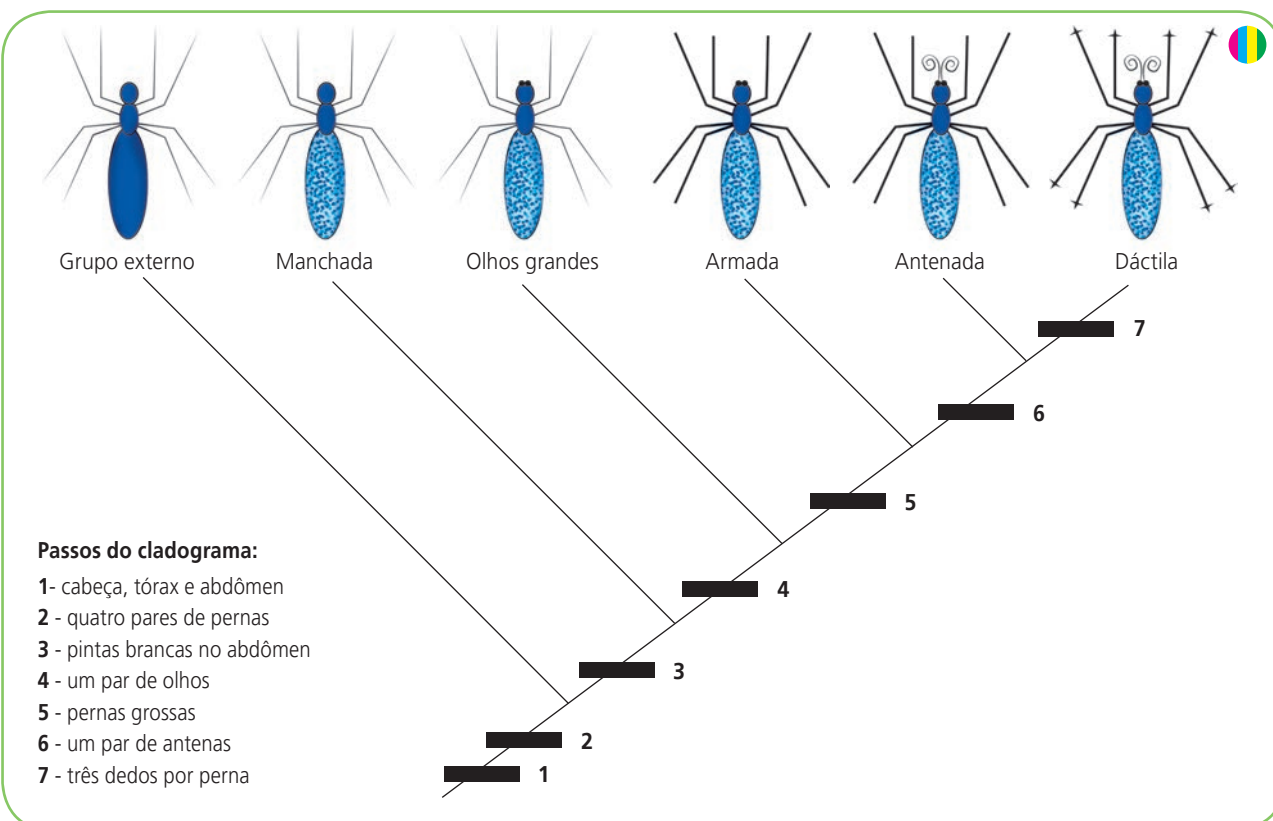
Segue uma lista de características morfológicas observadas nos outros táxons:

- Olhos grandes: além das características compartilhadas com o grupo externo, possui um par de olhos salientes na cabeça e abdômen manchado.
- Dáctila: além das características compartilhadas com o grupo anterior, possui pernas grossas, três dedos em cada uma das pernas e um par de antenas na cabeça.
- Manchada: além das características compartilhadas com o grupo externo, possui abdômen manchado.
- Antenada: além das características compartilhadas com o grupo externo, possui um par de antenas na cabeça e pernas grossas.
- Armada: além das características compartilhadas com o grupo externo, possui pernas grossas.

3. Atribuindo 0 para AUSENTE e 1 para PRESENTE, podemos montar uma tabela:

| Táxon / Estado do Caráter                 |               |          |               |        |          |         |
|-------------------------------------------|---------------|----------|---------------|--------|----------|---------|
| Características                           | Grupo externo | Manchada | Olhos grandes | Armada | Antenada | Dáctila |
| 4 pares de pernas torácicas               | 1             | 1        | 1             | 1      | 1        | 1       |
| Corpo dividido em cabeça, tórax e abdômen | 1             | 1        | 1             | 1      | 1        | 1       |
| Pintas brancas no abdômen                 | 0             | 1        | 1             | 1      | 1        | 1       |
| 2 olhos                                   | 0             | 0        | 1             | 1      | 1        | 1       |
| Pernas grossas                            | 0             | 0        | 0             | 1      | 1        | 1       |
| 1 par de antenas                          | 0             | 0        | 0             | 0      | 1        | 1       |
| 3 dedos por perna                         | 0             | 0        | 0             | 0      | 0        | 1       |

4. O cladograma final dos grupos de seres de LES-1 ficaria desta maneira:



5. Resposta pessoal. É importante salientar aos alunos que, na atividade, consideramos apenas características morfológicas externas. Poderíamos construir um cladograma com base também em características morfológicas internas, fisiológicas e moleculares. Para tanto, seria necessário obter mais informações dos objetos de estudo.

6. Resposta pessoal. Estimule os alunos a pensar como novos instrumentos de pesquisa (um microscópio, por exemplo) poderiam fornecer novas informações, capazes de sustentar ou alterar a hipótese de relações evolutivas entre os seres vivos.



## Página 19

### Diagrama representando a evolução dos seres vivos

A figura foi adaptada da obra *Cinco Reinos*, de Margulis e Schwartz (2001), que em sua forma original apresenta as relações evolutivas entre os filos de acordo com as modificações propostas pelas autoras ao tradicional sistema de cinco reinos de Whittaker.

Na adaptação feita aqui, cada um dos cinco reinos está representado por uma cor diferente. A figura deve ser “lida” de baixo para cima. Os primeiros seres vivos a surgir na Terra eram certamente procariontes e estes são agrupados no reino Monera, localizado na base da figura (região alaranjada). Na história evolutiva, seguiu-se o surgimento dos eucariontes unicelulares e aqueles sem tecidos verdadeiros, agrupados no reino Protista (região lilás), que Margulis e Schwartz preferem denominar Protoctista.

Dentro de cada grupo, estão ilustrados alguns representantes do reino, apenas para indicar sua diversidade. O posicionamento dos ramos que representam os reinos das plantas, dos fungos e dos animais (da esquerda para a direita) não indica a ordem cronológica em que essas três linhagens se estabeleceram na evolução da vida. Embora pareça óbvio, é importante reforçar aos alunos que esta figura permite distinguir entre grupos aqueles cujo surgimento é mais antigo e grupos de origem mais recente, o que não significa que os grupos basais do diagrama estão extintos ou que possuem menor importância na biodiversidade atual.

Fonte:

MARGULIS, L.; SCHWARTZ, K. V. *Cinco reinos: um guia ilustrado dos filos da vida na Terra*. 3. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2001.

## Respostas às atividades

### Revedo e aplicando conceitos

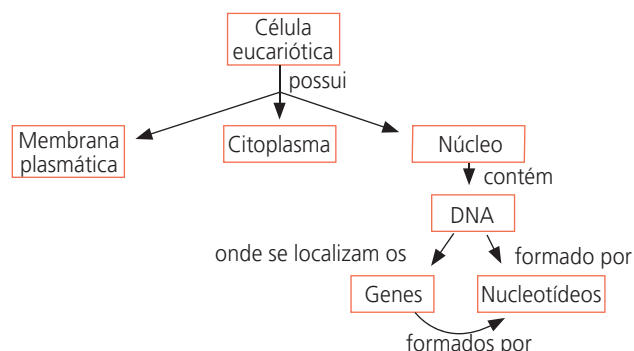
1. Esta questão permite rever a estrutura básica da célula eucariótica, abordada no volume 1 desta coleção. Definição dos conceitos:

- Membrana plasmática – envoltório lipoproteico que delimita a célula e controla a entrada e saída de determinados materiais.
- Citoplasma – material fluido que preenche o interior da célula.
- Nucleotídeos – unidades que compõem os ácidos nucleicos (DNA e RNA); um nucleotídeo é formado por um grupo fosfato, uma pentose e uma base nitrogenada.
- Núcleo – região da célula eucariótica em que se localiza o material genético (DNA), delimitado pela carioteca.

- Genes – regiões do DNA que codificam a produção de uma cadeia polipeptídica.
- DNA – ácido nucleico formado por nucleotídeos de adenina, timina, citosina e guanina, organizados em dois filamentos complementares (dupla-hélice).
- Célula eucariótica – tipo de célula formada por membrana plasmática, citoplasma com organelas membranosas (entre outras estruturas) e DNA delimitado por carioteca, constituindo o núcleo.

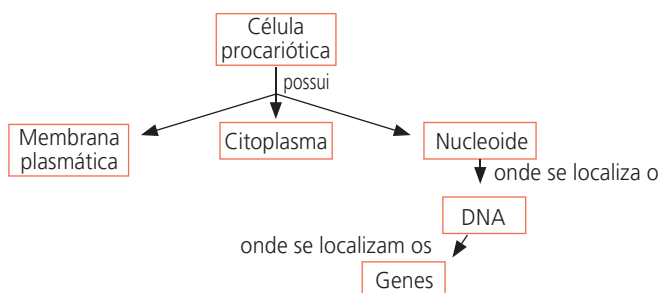
A elaboração do esquema baseia-se, de forma simplificada, nos mapas conceituais, ferramenta de estudo que permite sistematizar o aprendizado pela revisão de conceitos e estabelecimento de relações entre eles.

Modelo de resposta:



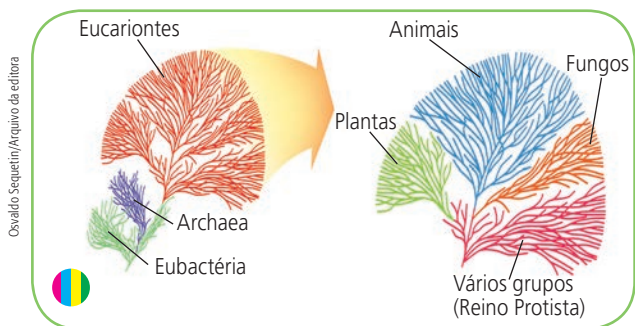
2. A elaboração do esquema baseia-se, de forma simplificada, nos mapas conceituais, ferramenta de estudo que permite sistematizar o aprendizado pela revisão de conceitos e estabelecimento de relações entre eles.

Relações entre os conceitos:



### Trabalhando com gráficos

9. b) Na proposta de classificação da “Árvore da Vida” não são utilizados os nomes das categorias (domínio, reino etc.). Os grupos das eubactérias e das arqueas (Archaea) correspondem, no sistema dos cinco reinos, ao reino Monera. No grupo dos eucariontes é possível distinguir mais três reinos: das plantas, dos animais e dos fungos. Os outros grupos indicados como eucariontes na “Árvore da Vida” estão tradicionalmente agrupados no reino Protista, embora a classificação deles em um único reino seja tema de controvérsias no meio científico. Em ambas as propostas, os vírus não são considerados.



Árvore da Vida na Terra.

## Questões do Enem e de vestibulares

11. Todos os reinos de seres vivos agrupam organismos com metabolismo baseado no carbono. A energia é obtida nas reações de quebra de macromoléculas orgânicas, que possuem cadeias de carbono associadas a outros elementos. Veja na tabela abaixo os reinos e os organismos, além das plantas e dos animais, que se encaixam na definição do enunciado.

| Reinos   | Seres que fazem parte                                                |
|----------|----------------------------------------------------------------------|
| Fungi    | <i>Champignon, shimeji, shiitake, orelha-de-pau, levedura, bolor</i> |
| Protista | Protozoários e algas                                                 |
| Monera   | Arqueas, bactérias e cianobactérias                                  |

## CAPÍTULO 2

### Vírus

### Comentários gerais

O capítulo apresenta os vírus e a discussão de sua classificação como um grupo à parte do sistema de cinco reinos. Um tema que merece ser discutido com os alunos é a interação entre vírus e seres vivos de estrutura celular. É importante, ao planejar as aulas, buscar fontes de atualização, pois esse é um exemplo de tema cujas informações podem modificar-se diariamente. É o caso, especialmente, do tratamento da aids: em poucos anos, os medicamentos passaram a ter eficácia muito maior e há pesquisas promissoras no desenvolvimento de uma vacina contra o HIV. É possível que, no momento em que os alunos tiverem acesso ao livro, novas pesquisas apontem resultados mais promissores ainda.

Cabe também destacar, neste capítulo, que os avanços no conhecimento científico a respeito dos vírus têm permitido não apenas o tratamento cada vez mais eficaz de viroses, mas também o uso de determinados vírus como vetores em técnicas de engenharia genética.

Um exemplo é mostrado no quadro *Curiosidade*, da página 28 do livro: o uso de vírus na terapia gênica.

## Reflexões sobre o Ensino de Biologia

### Página 28

### Educação em Saúde: um desafio interdisciplinar

Desde a década de 1970, quando foram instituídos os primeiros Programas de Saúde na Escola, fortaleceu-se a ideia de que os temas relacionados à saúde individual e coletiva devem fazer parte do currículo escolar. A concepção de saúde também se transformou, significando não apenas a ausência de doenças, mas abrangendo a qualidade de vida das pessoas e da comunidade em que vivem. As ações educativas em saúde passaram a ter a escola como espaço principal de realização (COSTA et al., 2011).

Com os Parâmetros Curriculares Nacionais, a saúde foi definida como parte integrante de uma vida cidadã e, portanto, sua promoção passou a ser um dos objetivos da educação básica, devendo estar presente como um dos eixos transversais em todo o currículo escolar.

No entanto, estudos confirmaram um fato comum nas escolas brasileiras: os temas relativos à saúde permanecem restritos às aulas de Ciências Naturais, no Ensino Fundamental, e de Biologia, no Ensino Médio (COSTA et al., 2011; VENTURI; MOHR, 2011).

Considerando o trabalho do professor em sala de aula, vamos utilizar a seguinte definição para educação em saúde: “atividades realizadas como parte de currículo escolar, que tenham uma intenção pedagógica definida, relacionada ao ensino-aprendizagem de algum assunto ou tema relacionado com a saúde individual ou coletiva” (MOHR, 2002 apud VENTURI; MOHR, 2011).

No estudo dos seres vivos, há diversos temas diretamente relacionados à saúde: as viroses (abordadas neste capítulo), as doenças causadas por bactérias patogênicas (capítulo 3) e por protozoários parasitas (capítulo 4), as micoses (capítulo 5) e as verminoses (capítulo 10). Do ponto de vista biológico, são abordadas as características dos parasitas e sua interação com hospedeiros.

No entanto, esses temas são apropriados para a educação em saúde, que vai além da transmissão de conhecimentos científicos, buscando promover reflexões e mudanças de atitudes em prol da manutenção da saúde. O estudo das parasitoses que afligem o ser humano pode ser associado a questões socioeconômicas, ambientais e éticas.

Vejamos um exemplo: muitas doenças infecciosas possuem ciclo de transmissão do tipo oral-fecal, que se sustenta na falta de saneamento básico e condições de higiene. Por que existem tantas regiões em nosso país onde essas doenças ainda causam grande mortalidade de crianças? O que pode ser feito para que sejam erradicadas? Discussões a partir de questões assim levam a uma análise crítica da realidade, ao mesmo tempo em que esclarecem a importância do saneamento básico e da higiene.

Para auxiliar nesta abordagem, apresentamos atividades ao longo dos capítulos mencionados que permitem investigar outros aspectos, além dos biológicos e médicos, envolvidos nas parasitoses.

Além dessas sugestões, incentivamos você, professor de Biologia, a buscar o apoio da escola e da comunidade no entorno para o desenvolvimento de um projeto de educação em saúde a partir de questões de interesse e/ou necessidade dos alunos. Sendo saúde um tema amplo e complexo, a abordagem interdisciplinar é a mais adequada para promover debates, análises e mudanças saudáveis entre os jovens alunos.

Fontes:

COSTA, S.; GOMES, P. H. M.; ZANCUL, M. S. Educação em saúde na escola na concepção de professores de ciências e de biologia. *Atas do VIII ENPEC*. Campinas, 2011. Disponível em: <<http://www.nutes.ufrj.br/abrapec/viiiienpec/resumos/R0922-1.pdf>>.

VENTURI, T.; MOHR, A. Educação em saúde em publicações da educação em ciências. *Atas do VIII ENPEC*. Campinas, 2011. Disponível em: <<http://www.nutes.ufrj.br/abrapec/viiiienpec/resumos/R0617-1.pdf>>.

Acessos em: 17 maio 2016.

## Sugestões de atividades complementares

### Página 30

#### Análise de temas relacionados à aids

Com os professores de Filosofia, História e Língua Portuguesa, proponha aos alunos que desenvolvam reflexões a respeito de diversos temas relacionados ao HIV e à aids, tais como:

#### ➤ Grupo de risco ou vulnerabilidade?

Até alguns anos atrás, a ideia de grupo de risco somente reforçava preconceitos a pessoas homossexuais, muitas vezes rotuladas como transmissoras da doença. Segundo o Ministério da Saúde, o termo não é mais utilizado. Atualmente, o termo vulnerabilidade expande a ideia de que qualquer pessoa, independente de sua orientação sexual, pode contrair o HIV. Oriente os alunos a analisarem qualitativamente as possibilidades de contágio. É importante que eles percebam que entre homens e mulheres heterossexuais há casos de transmissão do HIV e que toda a sociedade pode se unir em favor do combate à aids.

No início da epidemia, a proporção era de aproximadamente 16 homens infectados pelo HIV para cada mulher. Em 2008, essa proporção era de 1,5 homem para cada mulher infectada, com número crescente de contágio entre mulheres heterossexuais casadas. A maioria delas possui baixa escolaridade e vive em situação de pobreza, o que indica que faltam informações e condições para que as ações preventivas aconteçam (BRASIL, 2008).

#### ➤ HIV: sentença de morte ou de vida?

Os alunos deverão pesquisar sobre o que mudou na vida de pessoas que descobriram ter o HIV, consultando sites, ONGs e postos de saúde. É importante que os alunos pesquisem sobre pessoas que passaram a zelar por sua saúde, monitorando-a com exames regulares e práticas mais saudáveis, vivendo normalmente e até morrendo por causas não relacionadas ao vírus. O ex-jogador de basquete Earvin "Magic" Johnson, dos Estados Unidos, é um exemplo de pessoa vivendo com HIV. É essencial que a aids seja compreendida além de um fenômeno biológico, mas que envolve questões sociais, filosóficas e éticas.

#### ➤ Reflexão sobre expressões envolvendo HIV/aids

Em conjunto com os professores de Filosofia e Língua Portuguesa, discuta com os alunos o significado de *aidético*, *portador do vírus* e *pessoa vivendo com* e possíveis decorrências do uso dos termos em diversos contextos. A expressão "pessoa vivendo com HIV/aids" é interpretada por muitas pessoas, incluindo as que vivenciam essa questão diretamente, como a mais indicada para ser utilizada, a fim de preservar a dignidade humana. Essa expressão evita preconceitos e discriminações, sugerindo que, com os devidos cuidados com a própria saúde e com a orientação de especialistas, a pessoa vivendo com HIV/aids pode ter qualidade de vida.

Sugestões de fontes para pesquisa:

Portal sobre aids, doenças sexualmente transmissíveis e hepatites virais, do Ministério da Saúde: <<http://www.aids.gov.br>>;

ONG Grupo de apoio à prevenção à aids (GAPA): <<http://www.gapabs.org.br>>;

Núcleo de Estudos para Prevenção da Aids (Nepaids), da Universidade de São Paulo: <<http://nepaids.vitis.uspnet.usp.br>>;

Acessos em: 14 abr. 2016.

Livro: POLIZZI, V. P. *Depois daquela viagem* – diário de bordo de uma jovem que aprendeu a viver com Aids. São Paulo: Ática, 1997. Trata-se da autobiografia de Valéria, que contraiu o HIV aos 16 anos, por meio de uma relação sexual desprotegida.

Fontes:

BRASIL. MINISTÉRIO DA SAÚDE. Aids. Disponível em: <<http://www.aids.gov.br/pagina/2010/44019>>.

BRASIL. MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO. Mulheres mil. Infecção por HIV entre mulheres cresce 44%. 2008. Disponível em: <<http://mulheresmil.mec.gov.br/central-de-noticias/1620-infeccao-por-hiv-entre-mulheres-cresce-44>>.

Acessos em: 16 maio 2016.



## Página 32

### Carta a Oswaldo Cruz

Com a participação dos professores de Língua Portuguesa e História, os alunos podem redigir uma carta a Oswaldo Cruz, comentando a respeito das epidemias de febre amarela e varíola no Brasil. Ele coordenou, no início do século XX, campanhas para erradicação dessas doenças no Rio de Janeiro.

Os alunos podem considerar, na carta, como era a situação na época de Oswaldo Cruz e como está a situação dessas doenças no país. A febre amarela ainda aflige diversas regiões do país, onde proliferam os mosquitos transmissores. A varíola, após intensa vacinação da população mundial, incluindo o Brasil, é considerada erradicada em nosso país. Na carta também podem ser analisados aspectos como políticas públicas de saúde, práticas comuns da população, investimentos em pesquisa científica por laboratórios e os avanços no conhecimento científico sobre as doenças.

Fontes:

MARQUES, F. À frente dos desafios tropicais. *Pesquisa Fapesp*, ed. 100, jun. 2004. Disponível em: <<http://revistapesquisa.fapesp.br/2004/06/01/a-frente-dos-desafios-tropicais>>.

FUNDAÇÃO OSWALDO CRUZ. Oswaldo Cruz. Disponível em: <<http://portal.fiocruz.br/pt-br/content/oswaldo-cruz>>.

Acessos em: 18 abr. 2016.

## Página 32

### Proposição de ações para enfrentar dengue e/ou febre amarela

Os alunos podem obter dados quantitativos a respeito de casos de dengue e/ou febre amarela na cidade ou região onde moram – de preferência, dados de anos recentes. Feito isso, eles deverão propor ações para combater a doença escolhida. Solicite o registro das informações e citação das fontes consultadas.

Como fonte de informações e medidas de combate ao vetor *Aedes aegypti*, recomendamos o site do Ministério da Saúde mencionado a seguir.

A partir da pesquisa feita, oriente os alunos na elaboração de gráficos e outros elementos representativos dos dados coletados. Proponha que eles escolham formas de aprofundar o tema (entrevistas com profissionais de saúde, acompanhamento de equipes de agentes comunitários de prevenção, participação em debates sobre saúde no bairro) e depois elaborem uma campanha com cartazes que podem ser distribuídos em pontos de ônibus, comércio locais ou outros lugares que os jovens acharem convenientes para aumentar a conscientização da população do entorno escolar.

Saiba mais:

MINISTÉRIO DA SAÚDE. Prevenção e combate: dengue, chikungunya e zika. Disponível em: <<http://combataedes.saude.gov.br/>>.

Acesso em: 15 maio 2016.

## Temas abordados: comentários e aprofundamentos

## Página 26



### RECORDE-SE

### Escala microscópica

As unidades mais utilizadas para expressar medidas de comprimento na escala microscópica são o micrometro e o nanometro, apresentadas no volume 1 desta coleção. Pode ser importante fazer uma recordação a respeito dessas unidades, estabelecendo a relação de cada uma com o metro e com submúltiplos mais comuns no dia a dia, como o centímetro e o milímetro.

Seguindo a orientação do Sistema Internacional de Unidades (SI), apresentamos a grafia paroxitona para essas palavras; as formas tradicionais micrômetro e nanômetro devem ser gradualmente extintas (Inmetro, 2012). Não se deve confundir micrometro com micrômetro, um equipamento que permite a leitura de comprimentos na escala micrométrica.

Sugerimos um recurso multimídia disponível na internet para abordar a noção de escala com os alunos: *Magnifying the Universe* ("Ampliando o Universo", em tradução livre). Trata-se de um infográfico interativo com imagens em 3D que permite "passear" por objetos de diferentes escalas, de planetas a átomos. Apesar de as informações estarem em inglês, seu uso é simples e intuitivo (veja [link](#) a seguir).

Saiba mais:

INMETRO. *Sistema Internacional de Unidades*. 9. ed. 2012. Disponível em: <<http://www.inmetro.gov.br/noticias/conteudo/sistema-internacional-unidades.pdf>>.

Magnifying the Universe. Number Sleuth. Disponível em: <<http://www.numbersleuth.org/universe/>>.

Acessos em: 16 maio 2016.

## Página 26

### Baculovírus

Há exemplos de vírus considerados grandes em relação à maioria, e que são visualizados ao microscópio óptico. Existem microscópios ópticos compostos que podem aumentar a imagem da estrutura observada em até 2 000 vezes. Apesar disso, é a visualização ao microscópio eletrônico que permite o estudo da estrutura de vírus e suas interações com células hospedeiras.

Um exemplo de vírus cujo nucleocapsídeo pode ser visualizado ao microscópio óptico é o baculovírus, que infecta células de artrópodes, principalmente os da ordem Lepidoptera (mariposas e borboletas). Ele possui nucleocapsídeo em forma de bastonete, que mede entre 200 nm e 450 nm de comprimento.

Desde a década de 1960, os baculovírus têm sido estudados como agentes de controle biológico. Eles são altamente específicos em relação aos hospedeiros, não afetando a sobrevivência de outros animais,

ocorrência natural, o que facilita a introdução de baculovírus modificados em lavouras para manejo de insetos considerados pragas. Na natureza, esses vírus causam problemas nas larvas de determinados insetos, resultando em sua morte (CASTRO et al., 1999).

Fonte:  
CASTRO, M. E. B. et al. Biologia molecular de baculovírus e seu uso no controle biológico de pragas no Brasil. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 34, n. 10. Brasília, 1999. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0100-204X1999001000001](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-204X1999001000001)>. Acesso em: 16 maio 2016.

## Página 27



### REÚNA-SE COM OS COLEGAS

#### Modelo tridimensional da estrutura do vírus

Como orientação geral, os alunos deverão respeitar a escala entre os vírus. Papéis de rascunho

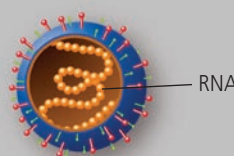
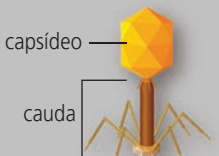
dobrados e embalagens podem ser aproveitados. Oriente os alunos a evitar o uso de poliestireno expandido, que não é um material biodegradável.

Além de ser um exercício em que se utilizam conhecimentos em Matemática e criatividade, os alunos poderão aprofundar conhecimentos a respeito dos vírus, percebendo, por exemplo, que existem vírus que possuem duas fitas de ácido nucleico (DNA ou RNA) e outros que possuem apenas uma fita de DNA ou de RNA.

Veja na tabela (abaixo e na página seguinte) orientações específicas para cada vírus. Os valores apresentados correspondem ao diâmetro médio, no caso dos vírus arredondados ou poliédricos, e ao comprimento, no caso do vírus do mosaico do tabaco e do bacteriófago.

| Vírus...                         | Dimensão (valores médios) | Sugestões de montagem                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | Esquema                        |
|----------------------------------|---------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------|
| ... da febre aftosa              | 10 nm                     | O capsídeo icosaédrico pode ser representado com unidades triangulares de papel; cada uma deverá ser colada às vizinhas. Uma alternativa é montar a estrutura com arame, fechando cada triângulo do icosaedro com papel. Para mostrar as proteínas que se dispõem pela superfície do capsídeo, podem ser usados botões, tampas plásticas de garrafas etc. O ácido nucleico (RNA) pode ser representado por um barbante colorido. | Picornavírus<br>               |
| ... da poliomielite (poliovírus) | 28 nm                     | Os poliovírus possuem estrutura semelhante à dos vírus da febre aftosa e são classificados como picornavírus. Veja orientações acima.                                                                                                                                                                                                                                                                                            | Picornavírus<br>               |
| ... da varíola                   | 300 nm                    | Podem ser utilizadas embalagens vazias e limpas, como garrafas de plástico. Lembre-se de que é um vírus envelopado, logo, deve haver um compartimento interno, envolvido por outro, relativamente maior. Trata-se de vírus de DNA fita simples.                                                                                                                                                                                  | Poxvírus (em corte)<br>        |
| Adenovírus                       | 100 nm                    | Vírus sem envelope com capsídeo em forma de icosaedro. Trata-se de um vírus de DNA, com fita dupla. Para representar as longas fibras proteicas do capsídeo, podem ser usados palitos de madeira para churrasco, por exemplo.                                                                                                                                                                                                    | Adenovírus<br>                 |
| ... do mosaico do tabaco         | 280 nm                    | Um arame enrolado em espiral pode representar o RNA e servir de apoio para prender miçangas ou botões, representando as proteínas.                                                                                                                                                                                                                                                                                               | Vírus do mosaico do tabaco<br> |

Ilustrações: Art For Science/SPL / ianstock

| Vírus...     | Dimensão (valores médios) | Sugestões de montagem                                                                                                                                                                                                                    | Esquema                                                                                                     |
|--------------|---------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Influenza    | 200 nm                    | Os alunos podem utilizar massa de modelar ou outros materiais, lembrando que é um vírus envelopado. Um barbante pode representar o RNA.                                                                                                  | Influenza (em corte)<br> |
| Bacteriófago | 50 nm (capsídeo)          | Podem ser vírus de DNA ou de RNA. Os que infectam a bactéria <i>Escherichia coli</i> apresentam uma cápsula proteica dotada de cabeça poligonal, envolvendo uma molécula de DNA, e uma cauda cilíndrica da qual partem fibras proteicas. | Bacteriófago<br>         |

Ilustrações: Art For Science/SP/Latinstock

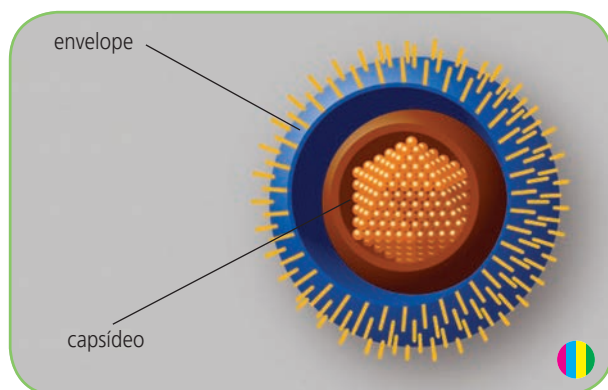
## Página 28

### CURIOSIDADE

#### Citomegalovírus e ácidos nucleicos

Os vírus caracterizam-se por apresentar apenas um tipo de ácido nucleico dentro do capsídeo, sendo classificados como “vírus de DNA” ou “vírus de RNA”.

Podemos citar os vírus da família Herpesviridae como exemplos de vírus de DNA, constituídos por uma fita dupla desse material genético, que é incorporado ao DNA da célula hospedeira. O DNA viral passa a ser transcrito, pela maquinaria celular, em RNA viral, que comanda a síntese de proteínas virais pela célula. Entre os membros dessa família estão os vírus causadores da catapora, do herpes e da mononucleose em seres humanos.



Esquema representando a estrutura de vírus da família Herpesviridae, cujo capsídeo mede cerca de 100 nm de diâmetro.

Vamos analisar o caso do citomegalovírus humano (HCMV), que faz parte da família Herpesviridae. Esse vírus é muito comum na população humana,

sendo geralmente assintomático em pessoas saudáveis; pode ser fatal, no entanto, em recém-nascidos e pessoas imunodeprimidas. No ano 2000, um grupo de pesquisadores da Universidade de Princeton, nos Estados Unidos, anunciou, em artigo publicado na revista científica *Science*, a observação de moléculas de DNA e de RNA em cápsulas de HCMV. O artigo teve grande repercussão e foi em alguns casos incorretamente anunciado como a descoberta de um vírus híbrido, contendo dois tipos de ácidos nucleicos, o que colocaria em xeque um princípio básico da virologia.

Mas como surgem as moléculas de RNA na cápsula de HCMV, se os vírus não possuem estrutura para a síntese de RNA a partir de DNA? Os pesquisadores verificaram que, quando se formam novas partículas virais no citoplasma de uma célula infectada, moléculas de RNA viral são rapidamente sintetizadas e envolvidas pelos novos capsídeos de HCMV. Esse RNA viral é produzido, portanto, na célula hospedeira, sendo incorporado às novas cápsulas virais. O material genético desse vírus é, no entanto, o DNA, a partir do qual é produzido o RNA. O citomegalovírus é, portanto, um vírus de DNA.

Qual seria a “vantagem”, para o vírus, de possuir moléculas de DNA e de RNA no capsídeo? Segundo os cientistas, esses vírus podem iniciar rapidamente a síntese de proteínas virais assim que ocorre a infecção de uma célula hospedeira. Nos vírus de DNA em que não há moléculas de RNA, a infecção é um pouco mais lenta.

Fontes (em inglês):

BRESNAHAN, W. A.; SHENK, T. A subset of viral transcripts packaged within human cytomegalovirus particles. *Science*, v. 288, 30 jun. 2000.

TERHUNE, S. S.; SCHROER, J.; SHENK, T. RNAs are packaged into human cytomegalovirus virions in proportion to their intracellular concentration. *Journal of Virology*, v. 78, 2004.



## Página 29

### A gripe

A gripe, também denominada *influenza*, é uma infecção altamente contagiosa do sistema respiratório, causada pelos vírus *Influenza*. No hemisfério Sul, sua maior incidência ocorre principalmente nos meses de abril a setembro, período que corresponde ao outono, ao inverno e início da primavera.

Existem três tipos de vírus *Influenza*, conhecidos por A, B e C, sendo o tipo C o que causa infecções mais brandas e não costuma gerar epidemias. As gripes causadas pelos tipos B e C acometem somente os seres humanos, enquanto a do tipo A acomete tanto os seres humanos quanto outros animais.

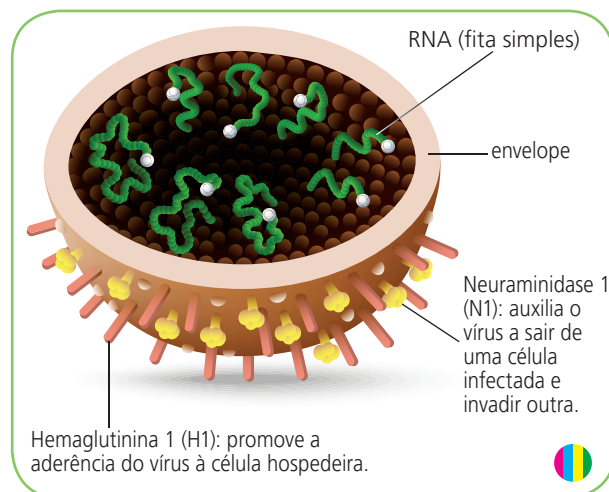
Ao longo do tempo, o vírus *Influenza* do tipo A, que possui diversos subtipos, tem gerando pandemias, das quais destacamos algumas muito graves:

- em 1889, uma pandemia de gripe matou cerca de 300 000 pessoas, principalmente idosos;
- em 1918 e 1919, houve a pandemia da gripe espanhola, causada pelo subtipo A H1N1. Acometeu cerca da metade da população mundial e causou a morte de cerca de 40 milhões de pessoas;
- em 1957, houve pandemia da chamada gripe asiática, que causou a morte de 1 milhão de pessoas, aproximadamente;
- em 2009, teve início uma pandemia de gripe causada pelo subtipo de *Influenza* do subtipo A H1N1. Na época, a doença ficou conhecida por gripe suína.

Embora os sintomas da gripe A sejam semelhantes aos da gripe comum, podemos considerar como suas características: febre alta, superior a 38 °C, tosse, dor de cabeça intensa, irritação dos olhos, garganta inflamada, aumento do fluxo nasal, cansaço e dores musculares e articulares. Pode causar bronquite, pneumonia e sensação de pressão no tórax, principalmente em idosos, bebês e crianças pequenas e pessoas que possuem doenças crônicas.

Segundo a Organização Mundial da Saúde (OMS), até janeiro de 2010 a gripe suína já havia se espalhado por cerca de 209 países e territórios, tendo causado a morte de quase 15 000 pessoas.

O nome H1N1 é proveniente da presença de duas proteínas na cápsula viral: hemaglutinina (H) e neuraminidase (N), ambas do subtipo identificado como 1.



Esquema simplificado da estrutura do vírus *Influenza* H1N1, que infecta células do sistema respiratório, representado em corte. Mede cerca de 200 nm de diâmetro.

Do mesmo modo que acontece com a gripe comum, a gripe causada pelo H1N1 é transmitida principalmente pelo ar, quando uma pessoa doente tosse ou espirra, espalhando gotículas e vírus no ambiente. Assim, é conveniente orientar os alunos para que se protejam com lenço ou similar ao tossir ou espirrar, estejam ou não doentes, uma vez que se trata de preceito elementar de higiene e educação. Lembrar também aos alunos outras medidas profiláticas, tais como: lavar frequentemente as mãos com água e sabão, evitar aglomeração de pessoas e manter os ambientes ventilados, não compartilhar toalhas e outros objetos de uso pessoal, somente utilizar talheres, copos e pratos rigorosamente lavados, utilizar, em época de epidemia, máscaras cirúrgicas descartáveis, quando estiver em locais pouco ventilados ou onde haja aglomeração de pessoas, evitar contato direto com pessoas doentes.

A medida preventiva mais eficiente, embora não seja infalível, é a vacina, administrada anualmente em campanhas do Ministério da Saúde, desde 2013. A cada ano, a vacina é aprimorada levando-se em conta mutações detectadas nos vírus circulantes na população. Por isso, a duração da vacina antigripal é de um ano.

Consideramos interessante enfatizar aos alunos o fato de que a prevenção e o tratamento são atos próprios do exercício consciente da cidadania, pois não somente protege a vida do indivíduo, mas também evita a propagação da doença.

Todo cidadão pode obter informações e orientação, a respeito da gripe e de outras doenças, diretamente no Serviço Único de Saúde (SUS), que é gerenciado pelo Ministério da Saúde no âmbito federal e pelas secretarias de Saúde ou órgãos equivalentes no âmbito dos estados e dos municípios.

O SUS, criado em 19 de setembro de 1990, é definido como “o conjunto de ações e serviços de saúde prestados por órgãos e instituições públicas, federais e municipais, da administração direta e indireta e das fundações mantidas pelo poder público”.

Fontes:

Centers for Disease Control and Prevention (CDC) – *Seasonal Influenza* (Flu). Disponível em: <<http://www.cdc.gov/flu/about/viruses/index.htm>> (em inglês).

MINISTÉRIO DA SAÚDE. Disponível em: <<http://portalsaude.saude.gov.br/index.php/o-ministerio/principal/secretarias/svs/influenza>>.

Acessos em: 15 maio 2016.

## Página 34

### Cura da raiva

Os sintomas iniciais da raiva confundem-se com os de várias outras doenças: dor de cabeça, mal-estar, náuseas e febre baixa. A esses sintomas seguem-se: taquicardia, alterações respiratórias, febre alta, agitação e aumento de sensibilidade em algum(ns) sentido(s). A progressão dos sintomas leva o paciente à morte.

Foram registrados resultados positivos em protocolos experimentais para tratamento de pessoas infectadas pelo vírus da raiva.

Um tratamento desenvolvido nos Estados Unidos curou dois casos de raiva humana. Uma garota norte-americana, em 2004, e um jovem brasileiro, em 2008, foram submetidos ao tratamento experimental após a manifestação dos sintomas da raiva, estágio em que a doença era, até então, considerada letal.

Vamos ver mais alguns detalhes do caso brasileiro de cura da raiva.

Um jovem de 15 anos, mordido por um morcego hematófago em sua cidade, no interior de Pernambuco, foi atendido por uma equipe médica do Hospital Universitário Oswaldo Cruz da Universidade de Pernambuco, em Recife. Ele apresentou os primeiros sintomas da raiva no dia 6 de outubro de 2008, sendo hospitalizado quatro dias depois. Foi transferido para a Unidade de Terapia Intensiva (UTI) e recebeu o tratamento desenvolvido nos Estados Unidos, onde já havia sido testado com sucesso em uma paciente. Esse tratamento é conhecido como protocolo de Milwaukee e consiste na administração de sedativos para indução ao coma, anestésicos e medicamentos antivirais. Ao final do tratamento, que durou alguns meses, exames mostraram que o adolescente brasileiro não tinha mais o vírus da raiva em seu organismo.

Segundo o Ministério da Saúde, foi elaborado um protocolo de tratamento, baseado no de Milwaukee, para ser utilizado em casos de suspeita de raiva humana no Brasil. O tratamento foi chamado de Protocolo de Recife.

O Ministério da Saúde também realiza, em parceria com as secretarias municipais e estaduais, campanhas anuais de vacinação de cães e gatos, para controle da doença nos centros urbanos. A dose tem que ser repetida anualmente. Caso seja detectada a presença de morcegos hematófagos na região, os órgãos competentes devem ser avisados para que sejam tomadas medidas de controle e prevenção.

Fonte:

MINISTÉRIO DA SAÚDE, Secretaria de Vigilância em Saúde. Protocolo de tratamento da raiva humana no Brasil. 1. ed. Brasília, 2011. Disponível em: <[http://bvsms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/protocolo\\_tratamento\\_raiva\\_humana.pdf](http://bvsms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/protocolo_tratamento_raiva_humana.pdf)>.

Acesso em: 15 maio 2016.

## Página 34

### Hepatite C: a busca por uma vacina

Entre os anos 2000 e 2010, quase 15 mil brasileiros morreram em decorrência da hepatite C, uma doença grave, que pode permanecer durante anos sem se manifestar, com possibilidade de evoluir para a cirrose hepática e para o câncer no fígado.

Existem dois medicamentos recentes que, quando aplicados em conjunto e durante o período determinado pelo médico (geralmente cerca de um ano), apresentam boas chances de cura. Para mais informações, consulte o site do Ministério da Saúde: <<http://www.aids.gov.br/hepatites-virais>> (acesso em: 16 maio 2016).

A seguir está o texto de uma reportagem publicada em 2011 a respeito do desenvolvimento de uma vacina eficaz contra a hepatite C.

#### Cientistas europeus abrem caminho para vacina efetiva contra hepatite C

Uma equipe de cientistas europeus conseguiu produzir pela primeira vez em animais “anticorpos neutralizantes” do vírus da hepatite C (HCV), que abrem caminho para a elaboração de uma vacina contra a doença, comunicou o Centro Nacional de Pesquisa Científica (CNRS) da França.

Em seu estudo publicado na revista americana *Science Translational Medicine*, os pesquisadores explicam que utilizaram uma nova estratégia baseada no desenvolvimento de estruturas similares às partículas do vírus, mas que não são perigosas porque não contêm material genético e não permitem sua expansão.

A novidade deste processo, segundo o comunicado, residiu na criação de pseudopartículas virais quiméricas construídas com fragmentos de dois vírus diferentes, neste caso, um “retrovírus” de rato coberto com proteínas do HCV.

Graças a este processo, os cientistas, liderados pelo pesquisador David Klatzmann, observaram pela primeira vez em ratos e macacos a produção de anticorpos neutralizantes desse vírus.

Pela primeira vez os anticorpos desenvolvidos tiveram uma atividade de amplo espectro, ou seja, foram capazes de neutralizar diferentes subtipos do HCV.

O CNRS ressaltou que esta tecnologia pode ser aplicada no desenvolvimento de vacinas contra outras infecções, como o vírus da Aids (HIV), dengue e o vírus respiratório sincicial (VRS), principal agente infeccioso da população infantil, causador da bronquite e outras doenças.

A hepatite C é uma inflamação do fígado que no pior dos casos pode provocar insuficiência hepática ou câncer de fígado, e é transmitida quase sempre por exposição a sangue contaminado, que pode acontecer em casos de transfusões de sangue ou pelo uso de seringas infectadas.

Segundo o CNRS, a doença é um grande problema de saúde pública, uma vez que cerca de 200 milhões de pessoas estão infectadas no mundo e em algumas regiões a taxa de infecção atinge de 10% a 30% da população.

A Organização Mundial da Saúde (OMS) calcula que se não houver uma intervenção rápida para conter sua propagação, a mortalidade causada pela hepatite C poderia superar à provocada pelo HIV, já que os tratamentos existentes são muito caros e pouco acessíveis para os países do sul.

CIENTISTAS europeus abrem caminho para vacina efetiva contra hepatite C.  
O Estado de S. Paulo. 04 ago. 2011.

## Página 36

### Síndrome da rubéola congênita

Veja a seguir um texto disponível em material do Ministério da Saúde preparado para agentes de saúde.

#### O que é a rubéola?

A rubéola é uma doença causada por um vírus. Seus sintomas são: pontos vermelhos na pele, febre leve, e dor nas juntas (artrite).

#### O que é a Síndrome da Rubéola Congênita (SRC)?

Quando uma mulher grávida desenvolve rubéola durante a gestação, especialmente nas primeiras 11 semanas, ela pode perder o bebê, ou este pode nascer com limitações graves como surdez, cegueira, ou problemas do coração. Esses problemas ocorrem como resultado da Síndrome da Rubéola Congênita, conhecida pela sigla SRC. A palavra síndrome significa uma situação crítica, de perigo. A palavra congênita indica que o problema apresentado pela pessoa é decorrente de malformação durante a gravidez.

#### Como se pode prevenir a Síndrome da Rubéola Congênita (SRC)?

A prevenção é feita através da vacinação de todas as mulheres em idade fértil, ou seja, que tenham entre 12 a 39 anos. Essa vacina é altamente eficaz e protege o bebê contra a Síndrome da Rubéola Congênita.

#### Existe vacina contra a rubéola?

A vacina tríplice viral (sarampo, rubéola e caxumba) protege a pessoa contra a rubéola. O Calendário de Vacinação do Ministério da Saúde recomenda que as crianças de 1 a 11 anos recebam vacina tríplice viral. Quem tem mais de 11 anos e ainda não tomou essa vacina, sobretudo as mulheres, pode fazer isso agora. Basta ir à unidade de saúde e conversar com um profissional médico ou enfermeiro.

#### As jovens com 12 anos ou mais que tomaram a vacina tríplice quando já crescidas precisam repetir a dose durante esse período da campanha de vacinação?

Sim. É importante que todas as mulheres com idade entre 12 e 39 anos tomem a vacina. Isso vai proteger sua saúde e evitar problemas futuros, quando decidirem ficar grávidas.

#### Quem está grávida pode tomar a vacina contra rubéola?

Não. Apesar de estudos mostrarem que a vacina contra a rubéola é segura e mesmo se aplicada durante a gravidez não causa danos ao feto, a recomendação do Ministério da Saúde é não vacinar gestantes. Este procedimento visa evitar dúvidas no diagnóstico de algum problema que venha a ocorrer com o bebê. As mulheres que estiverem grávidas no período da Campanha deverão tomar a vacina contra a rubéola logo após o parto, na maternidade ou na unidade de saúde.

MINISTÉRIO DA SAÚDE. Disponível em: <<http://bvsmis.saude.gov.br/bvsmis/periodicos/agentesacao/rubeola.pdf>>. Acesso em: 15 maio 2016.

## Página 38

### Leitura

#### Patentes e a luta contra o HIV: preservação dos direitos de quem?

Considere na avaliação da atividade a veracidade das informações, assim como a apresentação das devidas referências pelos alunos. Além disso, é importante que os alunos percebam que sua argumentação deve abordar questões éticas, filosóficas, diplomáticas, econômicas e sociais.

### Respostas às atividades

#### Revendo e aplicando conceitos

4. Para doenças transmitidas por insetos, como a dengue e a febre amarela, a profilaxia consiste no combate aos vetores e na eliminação de criadouros, evitando o acúmulo de água em recipiente e mantendo caixas-d'água tampadas.



A profilaxia de DST, como a aids e as hepatites B e C, pode ser feita com a abstinência sexual ou uso de preservativos (camisinha) em todas as relações.

As medidas profiláticas adequadas para evitar o contágio por saliva incluem o cuidado no uso de talheres, copos, pratos e evitar o contato direto com o doente, cuidados de higiene e vacinação. Essas medidas previnem a transmissão da poliomielite, da caxumba e do sarampo.

Para as três condições, a vacinação também constitui uma medida profilática eficiente, caso a vacina específica esteja disponível.

**5. c)** O Dia Mundial de Luta contra a Aids é um marco contra o preconceito e a favor da divulgação de informações claras e precisas a respeito da transmissão do vírus HIV, incentivando o uso de preservativo nas relações sexuais e esclarecendo a importância dessa atitude.

## CAPÍTULO 3

### Moneras

#### Comentários gerais

Todas as formas de vida dependem, direta ou indiretamente, de atividades realizadas por moneras. Alguns exemplos da importância das moneras para a vida na Terra são a decomposição da matéria orgânica, o papel de produtores em muitas cadeias alimentares ocupado por bactérias autótrofas, as relações mutualísticas com seres de outras espécies, entre outros. Ao conhecer as características gerais das bactérias, os alunos podem compreender a importância ecológica dos seres desse grupo.

Entre os reinos da biodiversidade atual, o das moneras é o de origem mais antiga, segundo evidências científicas. Esses organismos têm dominado os mais diversos ambientes da Terra através dos tempos. Também é importante o estudo das doenças humanas causadas por bactérias, em especial aquelas cuja transmissão está relacionada à falta de saneamento básico e de hábitos de higiene.

Em relação às cianobactérias, presentes no solo úmido e no fitoplâncton dos ecossistemas aquáticos, sugerimos o atlas a seguir para uma ideia de sua diversidade.

Saiba mais:  
SANT'ANNA, C. L. et al. *Atlas de cianobactérias e microalgas de águas continentais brasileiras*. São Paulo: Instituto de Botânica, Núcleo de Pesquisa em Ficologia, 2012. Disponível em: <[http://botanica.sp.gov.br/files/2013/09/virtuais\\_3atlas.pdf](http://botanica.sp.gov.br/files/2013/09/virtuais_3atlas.pdf)>. Acesso em: 14 abr. 2016.

#### Sugestões de atividades complementares

#### Página 43

##### Bactérias magnéticas

Elaboramos o texto a seguir como sugestão para abordar um tema intrigante: a descoberta de

uma espécie de bactéria que, além de magnética, é multicelular.

#### Magnetismo bacteriano

Em 1982, uma equipe de cientistas brasileiros descobriu uma bactéria multicelular nas águas salgadas da lagoa de Araruama (RJ): a nova espécie chama-se *Magnetoglobus multicellularis*.

Cada indivíduo é constituído, em média, de 20 células procarióticas e tem pouco mais de 4 µm de diâmetro. Os pesquisadores afirmam que não se trata de um simples agregado de células, pois existe interdependência entre elas; se uma célula é retirada, todas as outras morrem. Além disso, observaram apenas conjuntos de 20 ou 40 células – neste último caso, os cientistas estavam observando um indivíduo se reproduzindo. A descoberta dessa bactéria parece derrubar o tradicional conceito de que todos os procariontes são unicelulares.

Em laboratório, indivíduos de *M. multicellularis* seguem a direção de um campo magnético aplicado sobre eles. Essas bactérias apresentam em sua estrutura cristais de magnetita ( $\text{Fe}_3\text{O}_4$ ) ou greigita ( $\text{Fe}_3\text{S}_4$ ), que são minerais constituídos de ferro. Para os autores da pesquisa, a resposta ao campo magnético pode ter várias funções, como ajudar a bactéria a chegar rapidamente ao fundo da lagoa, onde há mais alimento, e também localizar outros organismos. O processo de biomineralização pelo qual a bactéria transforma ferro presente no ambiente em cristais ainda não é conhecido. Segundo os autores da pesquisa, a descrição desse processo poderá indicar caminhos para o desenvolvimento de nanocristais magnéticos, que seriam usados em futuras gerações de computadores.

Existem outras espécies de bactérias que apresentam em seu citoplasma acúmulos de óxidos de ferro, que atuam como magnetos. De acordo com seu metabolismo, são chamadas de ferrobactérias, pois realizam quimiossíntese pela oxidação de ferro. Essas bactérias são de grande interesse para a ciência e indústria.

Fonte:  
BIANCOVILLI, P. Descoberta de bactérias pluricelulares magnéticas na lagoa de Araruama. *Olhar Vital*, Universidade Federal do Rio de Janeiro, 23 ago. 2007. Disponível em: <[http://www.olharvital.ufrj.br/2006/index.php?id\\_edicao=095&codigo=2](http://www.olharvital.ufrj.br/2006/index.php?id_edicao=095&codigo=2)>. Acesso em: 18 abr. 2016.

O caso das bactérias que reagem a campos magnéticos permite integrar conteúdos de Biologia, Física e Química, as três áreas das Ciências da Natureza. Sugerimos aqui que se desenvolva um trabalho interdisciplinar envolvendo as três áreas, explorando os conceitos que aparecem no texto: célula bacteriana (Biologia), magnetismo (Física) e formação de cristais (Química). Vale lembrar que a equipe que descobriu a espécie *Magnetoglobus multicellularis* era formada por cientistas de diversas áreas, cada um contribuindo com seus conhecimentos para o estudo desse organismo.



▲ *Magnetoglobus multicellularis*, que possui cerca de 5 µm de diâmetro.

Avaliem se vale a pena discutir a fórmula de alguns minerais, como a da magnetita, um óxido duplo de ferro III ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ) e de ferro II ( $\text{FeO}$ ), que resulta na fórmula  $\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot \text{FeO}$ , costumeiramente simplificada para  $\text{Fe}_3\text{O}_4$ , como aparece no texto proposto na página anterior.

## Página 45

### Cultivando bactérias

Esta atividade prática precisa ser realizada em um laboratório de Ciências equipado e no qual se verifiquem condições de segurança. Os grupos de alunos devem se organizar para seguir o roteiro, realizar os procedimentos e manter o local limpo durante e após a atividade.

A atividade permite abordar a questão de escala de tamanho. As bactérias são micro-organismos, mas suas colônias são visíveis a olho nu. Além disso, os alunos poderão compreender o crescimento de colônias de bactérias e de fungos como resultado da reprodução entre poucos organismos microscópicos que se instalam na placa de cultura.

Veja a seguir a sugestão de roteiro para a atividade.

### Verificação da presença de bactérias em diversos ambientes

#### Materiais

- 2 placas de Petri (podem ser substituídas por tampas de pote de margarina ou potes plásticos rasos);
- filme plástico;
- hastes de algodão;
- uma colher;
- avental, luvas e máscaras descartáveis (para todos os alunos);
- meio de cultura: 1 pacote de gelatina incolor + 1 xícara de caldo de carne + 1 copo de água.

### Procedimentos

1. Preparação prévia a ser feita pelo professor: para o meio de cultura, deve-se dissolver completamente a gelatina na água, de acordo com as instruções da embalagem, e misturar ao caldo de carne. Cobrir o fundo de cada placa de Petri com o meio de cultura e fechar com filme plástico até que a preparação esteja fria.
2. Os alunos devem usar os equipamentos de proteção pessoal. Cada equipe deve receber uma haste de algodão, duas placas contendo meio de cultura e escolher um local onde o algodão será passado. Algumas sugestões: entre os dedos dos pés ou das mãos, na sola de um tênis, no chão, sobre uma moeda. Supervisione essa etapa, pois as hastes de algodão devem ser usadas com cuidado e apenas uma vez, por uma única pessoa, em um único local.
3. O algodão deve então ser passado sobre o meio de cultura, com delicadeza. Explique aos alunos que não é necessário que o algodão esteja com aspecto sujo para realizar o procedimento. Logo em seguida, a placa de Petri deve ser fechada com tampa ou filme plástico e a haste de algodão deve ser descartada.
4. Cada equipe deve etiquetar a placa, indicando o local de coleta do material inoculado no meio de cultura. Também deve etiquetar a outra placa com meio de cultura, que não recebeu material e deve ser mantida fechada – será o controle do experimento.
5. Depois de três dias, os resultados devem ser observados (estando os alunos protegidos com avental, luvas e máscara) e anotados por cada equipe, que depois podem compartilhar seus resultados com o restante da turma e discutir o que foi observado. Peça o registro da atividade, na forma de um relatório, que pode conter desenhos esquemáticos ou fotografias dos resultados.

### Resultado esperado

Veja a fotografia da página a seguir. Espera-se que colônias de bactérias e fungos apareçam no meio de cultura que recebeu material coletado com a haste de algodão. São micro-organismos e não podemos vê-los à vista desarmada, mas estão presentes no ambiente e proliferam sob condições favoráveis (como é o caso do meio de cultura). Espera-se que não cresçam colônias de micro-organismos nas placas de controle, mas, se isso acontecer, discuta com os alunos quais seriam as prováveis explicações; provavelmente, a placa não foi bem fechada, o que permitiu a entrada de micro-organismos. É importante ressaltar a necessidade de medidas de higiene como uma das conclusões da atividade. Não se pretende, no entanto, assustar os alunos. Explique que a pele íntegra, sem ferimentos, é uma excelente barreira à entrada de micro-organismos no nosso corpo.



^ A foto mostra o resultado esperado: na placa de cultura que recebeu a amostra (A), há colônias de fungos e de bactérias, enquanto na placa que foi mantida fechada (B), sem contato com o ar e sem receber amostra, só se observa o meio de cultura.

## Página 47

### Pesquisa: Principais doenças causadas por bactérias na região onde a escola está inserida

Proponha aos alunos uma pesquisa em bibliotecas, hospitais e postos de saúde da localidade a respeito de:

- doenças que ocorriam e não ocorrem mais na região, com a justificativa;
- doenças que atualmente são comuns na região;
- principais fatores que levam ao contágio;
- formas de prevenção;
- relação das doenças com a falta de saneamento básico;
- enfermidades que mais atingem as crianças da região;
- regularidade da vacinação em crianças de até 5 anos;
- disponibilidade de vacinas nos postos de saúde.

Os alunos podem se organizar em pequenas equipes (duplas ou trios) para obter as informações.

A pesquisa pode ser feita em duas etapas. Em um primeiro momento, toda a turma busca saber quais são as doenças consideradas raras ou erradicadas e quais são as doenças mais comuns atualmente. Depois de obtida uma lista de doenças causadas por bactérias comuns na região, cada equipe deve escolher uma doença para pesquisar mais profundamente, seguindo os outros itens do roteiro sugerido acima. As equipes podem entregar um relatório descrevendo como foi feita a pesquisa (pesquisa bibliográfica, entrevistas etc.) e quais as informações obtidas. Devolva aos alunos o relatório com seus comentários.

## Temas abordados: comentários e aprofundamentos

### Página 40



### PENSE E RESPONDA

#### Eubactérias

O termo eubactéria pode ser entendido etimologicamente como “bactéria verdadeira”; seu uso está relacionado ao fato de este grupo taxonômico abrigar os procariontes que não são arqueas (arqueobactérias). As principais distinções entre arqueas e eubactérias – ou simplesmente bactérias – são moleculares, especialmente nas sequências de nucleotídeos que formam o RNA ribossômico.

O nome arqueobactéria, por sua vez, originou-se do fato de esses procariontes serem encontrados em ambientes desfavoráveis a outros seres vivos, como fontes termais e ácidas, em locais tectonicamente ativos. Esses são considerados “ambientes antigos”, por terem sido provavelmente abundantes na superfície da Terra há cerca de 3 bilhões de anos, quando a vida teria surgido. No entanto, ficou demonstrado que arqueas estão dispersas, há bilhões de anos, em ambientes que não são extremos, como a água do mar, lagos e solos.

Arqueas e eubactérias são termos usados na classificação proposta por Margulis e Schwartz (2001), embora essas autoras reconheçam que a identificação e o estudo de procariontes ainda seja muito incipiente. As constantes trocas moleculares (como acontece na transformação bacteriana, por exemplo), dificultam que se aplique o conceito de espécie no mesmo sentido em que é utilizado no estudo dos eucariontes.

Fonte:

MARGULIS, L.; SCHWARTZ, K. V. *Cinco reinos: um guia ilustrado dos filos da vida na Terra*. 3. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2001.

### Página 44

#### Colônias e grupos de bactérias

Em alguns textos de microbiologia, são chamadas colônias os arranjos de bactérias como os diplococos, os estafilococos, os estreptococos, as tétrades e as sarcinas. No entanto, diversos autores utilizam o termo colônia apenas para se referir ao agrupamento de centenas, milhares e milhões de indivíduos, como acontece quando uma bactéria ou um fungo coloniza uma placa de cultura. A colônia seria, portanto, resultado da multiplicação dos micro-organismos em uma superfície. Havendo condições adequadas, a colônia se torna visível a olho nu e seu aspecto macroscópico pode ser usado na identificação do tipo de micro-organismo ali existente:



As bactérias que possuem flagelos, normalmente, não formam colônias compactas na superfície de um meio sólido, mas, ao contrário, espalham-se sobre a superfície do ágar se o meio estiver suficientemente úmido, produzindo um tapete escorregadio. [...]

As características das colônias (por exemplo, coloração, forma, aderência, odor e textura da superfície) podem ser utilizadas como critérios para uma identificação inicial das espécies bacterianas. (HARVEY et al., 2008, p. 52; 54)

Diplococos, estafilococos, estreptococos são, neste contexto, chamados de grupos ou arranjos bacterianos. Segundo Harvey et al. (2008, p. 69): “Os estafilococos e os estreptococos constituem os principais grupos de cocos gram-positivos de importância clínica”.

Margulis e Schwartz (2001, p. 92) também não utilizam o termo colônia para o arranjo entre células bacterianas. Veja a descrição de uma espécie: “As *Sporosarcina ureae* são compostas de células esféricas de 1 a 2 µm de diâmetro, formam quartetos (pacotes de quatro) e ocasionalmente crescem em feixes cúbicos distintos, que dão ao gênero seu nome (em latim *sarcina*, pacote)”.

Para o Ensino Médio, torna-se adequado utilizar o termo “grupo” de bactérias e “colônia” de modo distinto, para não gerar confusão entre os alunos. De qualquer modo, é importante abordar a questão da escala de tamanho, fundamental no aprendizado de Biologia: as colônias podem ser vistas a olho nu, mas os agrupamentos de bactérias só são visualizados ao microscópio.

Fontes:

HARVEY, R. A.; CHAMPE, P. C.; FISHER, B. D. *Microbiologia ilustrada*. 2. ed. Porto Alegre: Artmed, 2008.

MARGULIS, L.; SCHWARTZ, K. V. *Cinco reinos: um guia ilustrado dos filós da vida na Terra*. 3. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2001.

## Página 48



### PENSE E RESPONDA

#### Superbactérias

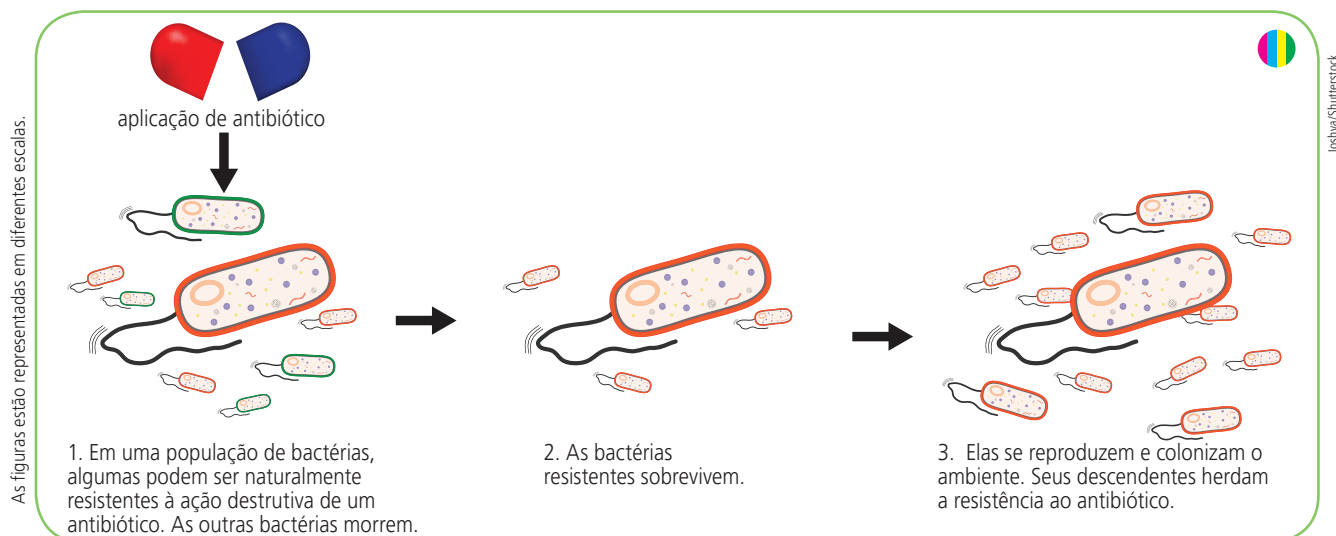
Nas últimas décadas, com o advento dos antibióticos, surgiram variedades (ou cepas) de certas espécies de bactérias com resistência a esses medicamentos, chamadas informalmente de superbactérias. Fórmulas mais potentes foram desenvolvidas para o tratamento de doenças causadas por bactérias resistentes aos antibióticos mais comuns.

Em 2014, foi identificada na China uma variedade capaz de sobreviver aos antibióticos mais potentes conhecidos. A bactéria foi encontrada em animais de criação doentes e em mais de 1000 pessoas hospitalizadas. Cientistas descobriram a mutação em um gene que torna essa bactéria resistente ao antibiótico colistina. O gene pode ser replicado e transmitido de uma bactéria para outra.

Embora o caso tenha sido verificado na China, há ocorrência de superbactérias em outros países, como no Brasil, onde foram identificados enterococos (parasitas intestinais) e bactérias da espécie *Staphylococcus aureus* resistentes aos antibióticos usados no país.

A detecção de resistência bacteriana indica a necessidade de reformulação no uso de antibióticos na pecuária e no tratamento de infecções humanas, pois o tratamento desnecessário e/ou indevido promove a seleção de variedades resistentes.

A atividade solicita, além da pesquisa, a elaboração de um texto e de ilustrações com o tema das superbactérias. Oriente os alunos a citarem as fontes consultadas e não reproduzirem em seus textos palavras ou frases das quais desconheçam o significado. Veja abaixo um esquema que ilustra o processo de seleção de bactérias resistentes a antibióticos.



AGÊNCIA USP DE NOTÍCIAS. Laboratório da USP investiga resistência de superbactérias. 29 out. 2014. Disponível em: <<http://cmais.com.br/jornalismo/saude/laboratorio-da-usp-investiga-resistencia-de-superbacterias>>. Acesso em: 17 maio 2016.

## Página 49



## REÚNA-SE COM OS COLEGAS

## Doenças bacterianas

Veja informações na tabela a seguir.

| Doença                 | Agente etiológico                                                                                                              | Principais sintomas                                                                                                                                                                                                                                                                               | Por que o atendimento médico deve ser procurado                                                                                                                            |
|------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Botulismo              | Bactéria <i>Clostridium botulinum</i> , transmitida principalmente por alimentos em conserva contaminados.                     | No botulismo alimentar, ocorre visão dupla e embaçada, fotofobia, ptose (queda) palpebral, tonturas, boca seca, intestino preso e dificuldade para urinar.                                                                                                                                        | Sem tratamento logo aos primeiros sintomas, pode comprometer o sistema nervoso e causar paralisia dos músculos respiratórios, o que pode ser fatal.                        |
| Leptospirose           | Bactéria do gênero <i>Leptospira</i> , transmitida pelo contato com urina de animais como roedores.                            | Febre alta, dor muscular (mialgias), olhos vermelhos, tosse, cansaço, náuseas, diarreia, desidratação, manchas vermelhas no corpo.                                                                                                                                                                | Geralmente os sintomas somem depois de alguns dias. No entanto, podem ocorrer complicações.                                                                                |
| Febre maculosa         | Bactéria <i>Rickettsia rickettsii</i> , transmitida pela mordida do carrapato-estrela ( <i>Amblyomma cajennense</i> ).         | Aparecem geralmente 7 dias após a infecção: febre alta, dor no corpo e na cabeça, perda de apetite e, depois, aparecimento das máculas (manchas vermelhas), que crescem e tornam-se salientes.                                                                                                    | Pode levar à morte caso não haja diagnóstico precoce.                                                                                                                      |
| Tifo                   | Bactérias do gênero <i>Rickettsia</i> , transmitidas geralmente pela picada de piolhos do corpo, carrapatos ou pulgas de rato. | O período de incubação é de 7 a 14 dias. Em seguida aparecem sintomas parecidos com os de uma gripe, evoluindo para delírio e inconsciência. Surgem manchas rosadas no corpo.                                                                                                                     | Nos casos mais graves, as manchas rosadas se tornam hemorrágicas e as complicações incluem pneumonia, trombozes, gangrena e colapso circulatório.                          |
| Difteria ou crupe      | Bactéria <i>Corynebacterium diphtheriae</i> , transmitida por tosse, espirro ou contato com lesões de uma pessoa doente.       | As bactérias instalam-se no sistema respiratório. Surgem placas características nas tonsilas palatinas (amídalas) e órgãos adjacentes. Ocorre mal-estar, dor de garganta, febre, corrimento nasal e manchas avermelhadas na pele.                                                                 | Com o agravamento da doença, ocorre inflamação da epiglote, o que pode obstruir subitamente as vias aéreas, com consequências graves para o paciente.                      |
| Gonorreia              | Bactéria <i>Neisseria gonorrhoeae</i> , transmitida por via sexual, ou da mãe para o filho no momento do parto.                | Infecta o canal da uretra e provoca inflamação local, dor ao urinar e secreção purulenta que sai pela uretra. Nas mulheres pode ser assintomática.                                                                                                                                                | O tratamento é simples, feito com antibióticos. Quando não tratada, pode causar complicações como infertilidade, tanto no homem quanto na mulher.                          |
| Cancro mole            | Bactéria <i>Haemophilus ducreyi</i> , transmitida por via sexual.                                                              | Também chamada de cancro venéreo ou "cavalo", o período de incubação é de 14 dias. Depois, surgem pequenas feridas purulentas nos órgãos genitais, que aumentam de tamanho e causam dor. Nos homens, as feridas aparecem na cabeça do pênis (glande) e, na mulher, surgem na vagina e/ou no ânus. | Com o agravamento da doença, pode surgir um caroço purulento e doloroso na virilha, que dificulta os movimentos da perna. Há dor durante as relações sexuais e ao evacuar. |
| Linfogranuloma venéreo | Bactéria <i>Chlamydia trachomatis</i> , transmitida principalmente por via sexual.                                             | Surge uma pequena ferida nos locais que estiveram em contato com essa bactéria (pênis, vagina, boca, colo do útero e/ou ânus), que desaparece em cerca de 5 dias. Depois ocorre inchaço dos linfonodos da virilha.                                                                                | Sem tratamento, o inchaço na região da virilha pode piorar, surgindo feridas purulentas. Podem ocorrer também dores nas articulações, febre e mal-estar.                   |

## Leitura

### 1) As bactérias e a meteorologia

Existem muitos procariontes que vivem em ambientes extremos da Terra, sob condições ambientais desfavoráveis à maioria dos seres vivos. A maioria delas são arqueas, conhecidas como extremófilas (nome sem significado taxonômico).

Um exemplo são as bactérias do grupo Endospora cujas colônias crescem em temperaturas de cerca de  $-5^{\circ}\text{C}$ .

Fonte:

MARGULIS, L.; SCHWARTZ, K. V. *Cinco reinos: um guia ilustrado dos filós da vida na Terra*. 3. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2001, p. 92.

### 2) Aterro utiliza tecnologia de ponta para tratamento de resíduos

A bactéria da espécie que recebeu o nome de *Ideonella sakaiensis* foi encontrada no Japão, em depósitos de plástico de uma usina de reciclagem, e descobriu-se sua capacidade de degradar o plástico do tipo PET (polietileno tereftalato). Ela possui uma enzima que vem sendo chamada de PETase, capaz de degradar o PET em moléculas menores. Além de não serem contaminantes, esses compostos são em grande parte consumidos pelas próprias bactérias.

Pesquisadores estudam formas de obter culturas seguras e economicamente viáveis, para ser possível a degradação de grandes quantidades de plástico. Cerca de 50 milhões de toneladas de embalagens PET são descartadas por ano, no mundo; estima-se que menos de 15% desse total seja reciclado.

Fonte:

Bacteria found to eat PET plastics could help do the recycling. *New Scientist*. 10 mar. 2016. Disponível em: <<https://www.newscientist.com/article/2080279-bacteria-found-to-eat-pet-plastics-could-help-do-the-recycling/>>. Acesso em: 20 maio 2016.

## Respostas às atividades

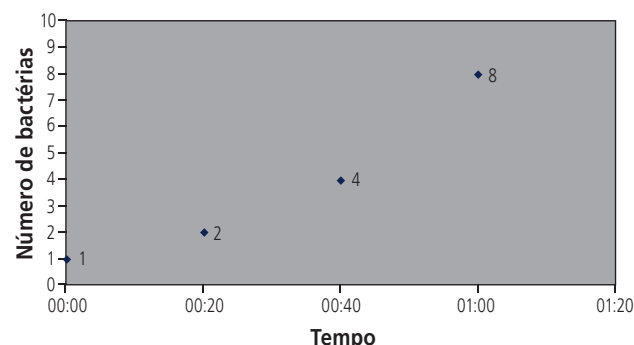
### Revendo e aplicando conceitos

**3. a)** Antibióticos não combatem doenças causadas por vírus. Esse tipo de medicamento tem afinidade por células de bactérias; geralmente, os antibióticos provocam a morte de bactérias por alterar o seu metabolismo, como a doxíclicina, que impede a síntese de proteínas da bactéria. Os vírus não são constituídos por células.

**3. b)** Bactérias gram-positivas são aquelas que, devido ao arranjo de sua parede celular, retêm um corante de cor violeta; bactérias gram-negativas possuem parede celular mais delgada e não fixam o corante. O termo “gram” surgiu a partir do nome do cientista que desenvolveu essa técnica de coloração e identificação de bactérias.

## Trabalhando com gráficos

### 7. c) Modelo de gráfico:



O gráfico mais adequado é o que apresenta os pontos correspondentes ao número de bactérias no meio, em determinado instante. A representação de uma curva contínua, unindo os pontos, poderia levar à interpretação de que, em um instante intermediário (por exemplo: 10 minutos), haveria um número não inteiro de indivíduos, o que não ocorre. Enquanto não há separação das células-filhas, observa-se ainda um único indivíduo em processo de bipartição. O crescimento de uma população de bactérias é mais complexo, apresentando uma fase em que não há crescimento significativo da população, uma fase de crescimento exponencial e uma fase estacionária, na qual a população atinge a capacidade de suporte do ambiente. No entanto, a atividade aqui proposta não trata dessa questão, e sim da reprodução de um indivíduo. A atividade procura lembrar ao aluno que as bactérias sofrem bipartição e o incentiva a elaborar um gráfico simples, adequado ao seu nível escolar.

## Ciência, Tecnologia e Sociedade

**8. c)** As campanhas de prevenção à tuberculose esclarecem a população, incentivam os doentes a seguir o tratamento até o fim e ajudam a reduzir o preconceito que pode surgir da falta de informação a respeito da doença, que tem tratamento e cura.

Segundo dados do Ministério da Saúde, a tuberculose é uma doença com forte determinante social: a maioria dos casos tem uma relação com pobreza e exclusão social, sendo as populações mais afetadas moradores de rua, pessoas encarceradas e indígenas. Dessa forma, as campanhas de informação e conscientização podem auxiliar muito a reduzir o número de casos.

Saiba mais:

MINISTÉRIO DA SAÚDE. Tuberculose. <<http://portalsaude.saude.gov.br/index.php/o-ministerio/principal/secretarias/svs/tuberculose>>. Acesso em: 19 maio 2016.



## CAPÍTULO 4

### Protistas

#### Comentários gerais

Conhecer um pouco da diversidade dos protistas e suas principais características são os principais objetivos do capítulo. Merece destaque também o estudo das protozooses mais comuns no Brasil, que devem ser relacionadas não apenas às características do protozoário causador, mas também às condições ambientais que favorecem a transmissão da doença e às formas de prevenção. Conhecer a relação entre protozoários parasitas e a saúde dos seres humanos pode contribuir para a formação de alunos mais críticos e participativos.

Optamos por apresentar os grupos de protistas seguindo uma organização didática. Assim, os alunos precisam perceber que “protozoário” e “alga” não são nomes de táxons.

De acordo com a proposta de classificação adotada nesta obra, as algas multicelulares são consideradas protistas, e não plantas. Correntes paralelas e com mais peso na comunidade científica estão propondo que somente as algas multicelulares verdes (clorofíceas) sejam mantidas como plantas, por razões filogenéticas. As demais algas multicelulares (vermelhas e pardas) passariam ao reino dos protistas.

Essas propostas de classificação ainda não atingiram nível de consenso na comunidade científica e, por isso, ao que nos parece, devem ser vistas como expectativa de mudança. No momento, o que se pode considerar consensual são os cinco reinos propostos por Whittaker e modificados por Margulis e Schwartz (2001), mantendo-se as algas multicelulares entre os protistas ou protoctistas pela ausência de tecidos verdadeiros, entre outras características.

A respeito das microalgas que compõem o fitoplâncton, indicamos o atlas citado abaixo, disponível na internet.

Saiba mais:

MARGULIS, L.; SCHWARTZ, K. *Cinco reinos: um guia ilustrado dos filos da vida na Terra*. 3. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2001.

SANT'ANNA, C. L. et al. Atlas de cianobactérias e microalgas de águas continentais brasileiras. São Paulo: Instituto de Botânica, Núcleo de Pesquisa em Ficologia, 2012. Disponível em: <[http://botanica.sp.gov.br/files/2013/09/virtuais\\_3atlas.pdf](http://botanica.sp.gov.br/files/2013/09/virtuais_3atlas.pdf)>. Acesso em: 18 abr. 2016.

#### Sugestões de atividades complementares

##### Página 60

#### Mural ou panfletos sobre doenças humanas causadas por protozoários

Os alunos deverão criar um mural, cartaz ou folhetos que tenham como tema as principais doenças humanas

causadas por protozoários. Deve haver, de acordo com a especificidade de cada doença, informações sobre o agente etiológico, o vetor, a forma de infestação, as formas de prevenção e de combate ao agente etiológico.

Pode ser dado destaque a uma protozoose que ocorra na região, buscando esclarecer as pessoas da comunidade a respeito dos cuidados capazes de evitar a doença.

Nessa atividade, os alunos poderão desenvolver habilidades de redação. Veículos de comunicação como murais e folhetos trazem textos curtos, com títulos que buscam atrair a atenção do leitor, além de figuras, fotos ou esquemas explicativos. A adaptação do texto pode ser um trabalho realizado conjuntamente com os professores de Língua Portuguesa.

#### Temas abordados: comentários e aprofundamentos

##### Página 54



#### PENSE E RESPONDA

##### Etimologia do termo protozoário

Para interpretar corretamente o significado etimológico do termo protozoário é preciso conhecer um pouco da história da classificação desses seres. Eles foram assim chamados por serem considerados animais unicelulares em sistemas de classificação mais antigos. No entanto, os protozoários não são animais primitivos e atualmente são classificados em outro reino. O nome protozoário, no entanto, consagrado pelo uso, permaneceu.

##### Página 55



#### RECORDE-SE

##### Plâncton

A palavra plâncton vem do grego *planktos* e significa “aquele que vaga”, ou é carregado passivamente. A noção de que os organismos do plâncton são arrastados passivamente pelas correntes é muito antiga. No entanto, estudos recentes com plâncton marinho demonstraram que microcrustáceos e larvas planctônicas não se dispersam indefinidamente pelo mar, ficando restritos a determinadas regiões. Alguns membros do zooplâncton marinho se locomovem na coluna de água, podendo subir em direção à superfície quando arrastados para baixo por uma correnteza, por exemplo.

Assim, em nível macroscópico, podemos considerar que o deslocamento desses organismos é passivo, sendo carregados pelas águas. Considerando o nível microscópico, porém, determinados organismos do plâncton se deslocam ativamente, na diminuta área que os rodeia.

## Página 59

### Conjugação em paramécios

A conjugação dos paramécios é uma forma de reprodução sexuada, pois há combinação do material genético de dois indivíduos, que então se dividem, originando quatro paramécios.

## Página 62

### Vacina contra malária

A malária é uma das principais doenças que matam seres humanos em todo o mundo, principalmente em países em desenvolvimento. Cerca de 90% das mortes ocorrem na região da África subsaariana. Segundo dados da Organização Mundial de Saúde (OMS), em 2015 foram aproximadamente 214 milhões de casos e 438 mil mortes no mundo. Nas últimas décadas vem sendo desenvolvido pela OMS um plano de estratégias de combate e erradicação da malária, com ações que variam de acordo com a realidade de cada país.

No Brasil tem havido um avanço notável na redução de casos. Em 2014, o país registrou o menor número de casos de malária nos últimos 35 anos: 143 250 casos. Em 2015, recebeu o *Malaria Champions of the Americas Award*, prêmio internacional entregue na sede da Organização Pan-Americana de Saúde (OPAS/OMS) em reconhecimento aos esforços na prevenção dessa doença. A região amazônica concentra cerca de 99% dos casos de malária registrados anualmente no Brasil.

O Brasil também tem se destacado entre os grupos que vêm tentando desenvolver uma vacina eficaz contra a malária. Em 2012, o Instituto Oswaldo Cruz iniciou a fase de ensaios pré-clínicos em animais para verificar a eficiência de uma vacina capaz de imunizar, ao mesmo tempo, contra a malária e a febre amarela. Outros laboratórios internacionais trabalham com o mesmo objetivo. Até o início de 2016, nenhuma vacina antimalárica estava aprovada pela OMS.

A médica brasileira Ruth Nussenzweig, professora na Universidade de Nova York, realizou pesquisas pioneiras no combate à malária. Foi a partir do trabalho dela que se desenvolveu a vacina mais avançada contra essa doença, ainda em fase de testes.

Fontes:

PORTAL BRASIL. Fiocruz faz testes para verificar eficiência de vacina contra malária. 26 abr. 2012. Disponível em: <<http://www.brasil.gov.br/saude/2012/04/fiocruz-faz-testes-para-verificar-eficiencia-de-vacina-contramalaria>>.

PORTAL DA SAÚDE. Ministério da Saúde lança plano de eliminação da malária no Brasil. 10 nov. 2015. Disponível em: <<http://portalsaude.saude.gov.br/index.php/cidadao/principal/agencia-saude/20609-ministerio-da-saude-lanca-plano-de-eliminacao-da-malaria-no-brasil>>.

Acessos em: 19 abr. 2016.

## Página 68

### Leitura

#### 1) Qual é a relação entre protistas, pirâmides do Egito e cremes dentais?

a) Veja na tabela a seguir a comparação entre foraminíferos e diatomáceas.

| Características               | Foraminíferos          | Diatomáceas                                      |
|-------------------------------|------------------------|--------------------------------------------------|
| Estruturas de locomoção       | Pseudópodes            | Ausentes                                         |
| Estrutura da carapaça         | Rígida, cheia de poros | Rígida, composta por duas partes que se encaixam |
| Composição básica da carapaça | Carbonato de cálcio    | Sílica                                           |
| Clorofila                     | Ausente                | Clorofilas a e c                                 |
| Número de células no corpo    | Uma                    | Uma                                              |

b) As rochas citadas no texto são calcárias, sendo classificadas como sedimentares. Essas rochas são formadas pela deposição de sedimentos e pela sobreposição vertical de camadas, que vão sofrendo compressão, ao longo do tempo.

Na representação da formação do calcário usado nas pirâmides, o aluno deve considerar a seguinte sequência de eventos: morte de foraminíferos, deposição das carapaças no fundo de mares, rios e outros corpos de água; agregação de partes de foraminíferos com outros sedimentos, formação da rocha calcária.

O diatomito, por sua vez, é formado pelas carapaças de diatomáceas mortas.

#### 2) Carlos Chagas

Sugerimos que esta atividade seja desenvolvida com a participação dos professores de Língua Portuguesa, Arte e História. É importante que os alunos conciliem criatividade com fidedignidade em relação aos dados.

Considere que cada grupo enfocará os aspectos da vida de Chagas que mais lhe chamam a atenção. Com isso, será possível encontrar grande diversidade de trabalhos apresentados.

O livro citado como referência ao final da leitura é uma excelente fonte de dados biográficos sobre Carlos Chagas. Recomendamos também as fontes de consulta a seguir.

MUSEU INVIVO, FIOCRUZ. Carlos Chagas. Disponível em: <<http://www.invivo.fiocruz.br/chagas/pginicial.html>>.

KROPF, S. P.; MASSARANI, L. *Carlos Chagas: a ciência para combater doenças tropicais*. Rio de Janeiro: Museu da Vida, Fiocruz. 2009. Disponível em: <[http://www.museudavida.fiocruz.br/media/cartilha\\_chagas\\_portugues\\_site.pdf](http://www.museudavida.fiocruz.br/media/cartilha_chagas_portugues_site.pdf)>.

Acessos em: 19 abr. 2016.

## Respostas às atividades

### Revedo e aplicando conceitos

5. Eliminar focos de água parada evita a proliferação de larvas do vetor da malária, o mosquito anófele, que se desenvolvem na água. Outros insetos vetores que têm fase larval aquática também são combatidos dessa maneira. É o caso do mosquito transmissor da dengue e da febre amarela urbana (*Aedes aegypti*), e do mosquito *Culex*, que transmite a filariose.

Após o acasalamento, as fêmeas de mosquitos depositam os ovos junto a uma fonte de água limpa e parada. Uma pequena tampa de garrafa plástica ou uma concha de caracol, onde se acumula água da chuva, já é suficiente para isso. Dos ovos eclodem larvas aquáticas, que sofrem metamorfose e em pouco tempo originam mosquitos adultos (de 7 a 10 dias, dependendo da espécie).

As caixas-d'água devem ser mantidas tampadas; em tanques e aquários, podem ser criados peixes que se alimentam das larvas de mosquitos.

7. Veja na tabela a seguir as principais doenças causadas por protozoários, no Brasil, de acordo com o foi apresentado no capítulo.

8. Ao representar o ciclo de vida de *Trypanosoma cruzi*, o aluno deve pesquisar a respeito da reprodução desse protozoário, que ocorre em dois hospedeiros distintos: no inseto barbeiro e no ser humano.

No intestino do barbeiro, tripanossomos multiplicam-se e sofrem diferenciação (nesta fase, são chamados tripomastigotas e possuem flagelo). O inseto, ao picar uma pessoa, também defeca. Nas fezes do barbeiro há tripanossomos, que podem entrar na circulação sanguínea pelo orifício da picada.

Os tripanossomos invadem células humanas, como as células do fígado ou as do miocárdio. Ali sofrem diferenciação (nessa fase, são chamados amastigotas, que não possuem flagelo) e multiplicam-se assexuadamente. Alguns amastigotas transformam-se em tripomastigotas (forma flagelada), destroem a célula hospedeira e, uma vez no sangue, podem invadir outros tecidos do hospedeiro.

Uma observação importante, feita no capítulo, é que a doença de Chagas pode ser transmitida ao ser humano também congenitamente, ou seja, durante a gravidez, da mãe para filho, ou ainda pela amamentação. Diversos casos de doença de

| Doença                          | Agente etiológico            | Transmissão                                                                                                                                               | Medidas profiláticas                                                                                                                          |
|---------------------------------|------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Amebíase ou disenteria amebiana | <i>Entamoeba histolytica</i> | Alimentos ou água contaminados com cistos (eliminados nas fezes humanas)                                                                                  | Consumo de água filtrada ou fervida, cuidados com alimentos, medidas de higiene e saneamento                                                  |
| Doença de Chagas                | <i>Trypanosoma cruzi</i>     | Vetor: <i>Triatoma infestans</i> (barbeiro);<br>Outras formas: transfusão de sangue contaminado, ingestão de alimentos contaminados com fezes do barbeiro | Combate ao vetor (barbeiro), utilização de bancos de sangue seguros                                                                           |
| Giardíase                       | <i>Giardia lamblia</i>       | Alimentos ou água contaminados com cistos (eliminados nas fezes humanas)                                                                                  | Consumo de água filtrada ou fervida, cuidados com alimentos, medidas de higiene e saneamento                                                  |
| Tricomoníase                    | <i>Trichomonas vaginalis</i> | Relações sexuais (DST) sem uso da camisinha; uso de toalhas ou peças de vestuário contaminadas                                                            | Não manter relações sexuais durante a manifestação da doença – em outros momentos, usar camisinha, não compartilhar toalhas ou roupas íntimas |
| Malária                         | <i>Plasmodium</i> sp         | Vetor: fêmea de <i>Anopheles</i> ; transfusão de sangue                                                                                                   | Combate ao vetor (anófele), utilização de bancos de sangue seguros                                                                            |



Chagas na forma aguda são causados, no Brasil, pela ingestão de alimentos como açaí não pasteurizado e cana-de-açúcar contaminados com fezes de barbeiro.

Segundo a Fundação Oswaldo Cruz (Fiocruz), a transmissão do parasita também pode ocorrer, mais raramente, em acidentes em laboratório, manipulação de animais infectados, transplante de órgãos e transfusão sanguínea.

Fonte:

GONTIJO, E. D.; SANTOS, S. E. Mecanismos principais e atípicos de transmissão da doença de Chagas. In: *Doença de Chagas*. Fundação Oswaldo Cruz. Disponível em: <<http://www.fiocruz.br/chagas/cgi/cgilua.exe/sys/start.htm?sid=25>>. Acesso em: 18 abr. 2016.

### Questões do Enem e de vestibulares

**10. b)** Nas células epiteliais, o movimento dos cílios provoca o deslocamento do meio (por exemplo: no epitélio da traqueia, os cílios promovem o deslocamento do muco). No paramécio, os movimentos dos cílios resultam o deslocamento da célula. A locomoção também é resultado da ação dos flagelos no caso das euglenas, dos tripanossomos e dos espermatozoides.

**14. b)** Com a dosagem letal de radiação, a morte das células impede a proliferação dos parasitas. As células mortas do agente causador acabam atuando como antígeno, promovendo a ativação do sistema imunológico.

## CAPÍTULO 5

### Fungos

#### Comentários gerais

Os fungos e as interações ecológicas das quais participam são o tema deste capítulo. Os organismos agrupados neste reino são fundamentais no equilíbrio dos ecossistemas, pois participam das teias alimentares e da decomposição da matéria orgânica.

Pretende-se que os alunos conheçam a diversidade do grupo, que abriga formas tão distintas como os bolores, as leveduras e os basidiomicetos, que são os produtores de cogumelos.

Já existiram sistemas de classificação que agrupavam fungos, bactérias e plantas em um único reino. Sabe-se hoje que fungos formam um grupo à parte e apresentam grau de parentesco mais próximo dos animais do que das plantas. Mesmo assim, a classificação em subgrupos dentro do reino dos fungos ainda é muito debatida no meio científico e, em decorrência disso, o capítulo apresenta apenas a caracterização de alguns grupos.

Neste capítulo são estabelecidas relações entre as características dos fungos e seus usos pelo ser humano. As leveduras, que realizam fermentação, constituem um exemplo. Os alunos poderão relembrar, ao estudar esses fungos, o que caracteriza o processo de fermentação e a diferença para com a respiração celular aeróbia (assunto abordado no volume 1 desta coleção).

### Sugestões de atividades complementares

#### Página 74

##### A fermentação no dia a dia

Os alunos podem realizar essa prática na escola, desde que existam um local e as condições adequadas para isso. Ressalte aos alunos a importância da higiene no preparo de alimentos, como lavar as mãos com água e sabão e prender cabelos longos. É preciso que uma pessoa adulta leve a massa ao forno e retire-a no tempo certo. Elabore questões de interpretação que façam os alunos relacionar a prática ao conceito de fermentação.

### Produção de pão doce caseiro

#### Ingredientes

- 1 tablete de fermento biológico (15 g);
- 1 lata de leite condensado;
- 1 quilograma de farinha de trigo;
- 1 xícara de água morna;
- 2 colheres (sopa) de manteiga;
- 1 ovo;
- 1 colher (café) de sal;
- 2 tigelas grandes;
- 1 assadeira (tabuleiro).

O fermento biológico, constituído da levedura *Saccharomyces cerevisiae*, pode ser encontrado fresco (em tabletes) ou seco. Deve-se observar, em qualquer um dos casos, se o fermento está dentro do prazo de validade. No caso do fermento fresco, é importante notar, ao abrir a embalagem, se o tablete possui aspecto liso e brilhante, sem rachaduras.

A receita básica para fazer pão doce começa assim: em uma tigela, dilua o leite condensado com a água morna, utilizando as quantidades indicadas. Dissolva aí o fermento biológico. O leite condensado, feito de leite e açúcar, ativa o metabolismo das leveduras e, conseqüentemente, o crescimento da massa. A água morna vai dissolver o fermento, mas é possível acelerar o processo mexendo com uma colher.

Junte farinha em quantidade suficiente para que se forme uma massa líquida, semelhante à consistência de massa crua de panqueca. Cubra a massa com filme plástico ou com um pano e deixe descansar. Se o dia estiver quente e abafado, a própria temperatura ambiente facilitará a ação do fermento. Em cerca de 1 hora a massa deverá ter aumentado de volume e formado bolhas. Se o dia estiver frio e úmido, coloque a tigela em um lugar aquecido e sem ventilação.

Coloque farinha de trigo na tigela grande (ou bacia) e abra uma cova. Adicione ali a manteiga, o ovo e o sal e despeje a massa fermentada sobre esses ingredientes. Com a ponta dos dedos, misture-os e adicione água aos poucos para dar liga.

Estique e sove a massa durante cerca de 5 minutos, até que fique bem firme e lisa. Dê o formato que quiser (você pode até colocar um recheio). Coloque o pão na assadeira, cubra com um pano e deixe descansar até dobrar de volume. Depois que isso acontecer, coloque o pão no forno, que deve estar previamente aquecido, por meia hora.

Dica: para saber quando o pão está pronto para ser assado, separe uma bolinha da massa, na hora de colocá-la para descansar. Mergulhe essa bolinha em um copo com água e observe. Quando a bolinha flutuar, a massa estará crescida e pronta para assar.

### Comentário

Com a fermentação, desprende-se gás carbônico, que se acumula em pequenas bolsas dentro da massa; ela, então, vai se estofando à medida que aumenta a quantidade de gás carbônico dentro das bolsas formadas pela fermentação. Como a massa aumenta de volume, sem aumentar de peso, a sua densidade vai diminuindo aos poucos. O que está acontecendo com a bolota mergulhada na água está acontecendo também com a massa fora do copo. Nessa altura, a massa, já bem macia, estará pronta para ir ao forno.

Para esta atividade, sugerimos a leitura do artigo: “Saberes populares fazendo-se saberes escolares: um estudo envolvendo a produção artesanal do pão”, disponível no *link* citado a seguir. Ali são propostas atividades relacionadas à densidade e à cinética das reações de fermentação, o que sugere um trabalho interdisciplinar do tema, a ser desenvolvido com a área de Química.

Saiba mais:

VENQUIARUTO, L. et al. Saberes populares fazendo-se saberes escolares: um estudo envolvendo a produção artesanal do pão. *Química Nova na Escola*, v. 33, n. 3, ago. 2011, p. 135-141. Disponível em: <[http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc33\\_3/135-QS0511.pdf](http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc33_3/135-QS0511.pdf)>. Acesso em: 18 abr. 2016.

## Temas abordados: comentários e aprofundamentos

### Página 75



#### REÚNA-SE COM OS COLEGAS

#### Fungos na literatura

a) O texto de Manoel de Barros aborda a estrutura dos fungos e seu crescimento e desenvolvimento, citando fatores abióticos como umidade e presença de matéria orgânica. A ideia de crescimento e desenvolvimento dos fungos está também presente no texto de Lya Luft.

b) Considerando a linguagem poética, Manoel de Barros relaciona o crescimento de fungos com um evento positivo, que traz alegria ao povo pantaneiro: a chegada das chuvas. Já o texto de Lya Luft utiliza a imagem de cogumelos venenosos para reforçar um sentimento negativo do personagem.

c) Respostas pessoais. Do ponto de vista antropocêntrico, muitos fungos são considerados “nocivos”, por serem venenosos ou associados ao apodrecimento. No entanto, do ponto de vista biológico e ecológico, os fungos são fundamentais aos ecossistemas pelas interações que apresentam com outros seres. Para efeitos da produção do texto jornalístico ou documentário, é importante que, com a colaboração dos professores de Língua Portuguesa, os alunos discutam o que seria “benéfico/nocivo” na natureza e a visão utilitarista que muitas vezes desenvolvemos a respeito dela.

### Página 77



#### ATIVIDADE PRÁTICA

### Análise de um fungo

Caso não haja a possibilidade de obter máscaras descartáveis para essa atividade, peça que os alunos tragam lenços de pano e que o amarrem atrás da cabeça, protegendo o nariz e a boca de um possível contato com esporos dos fungos, que podem causar irritações e outros sintomas.

### Interpretando os resultados

- As estruturas reprodutivas dos zigomicetos são esporângios, estruturas produtoras de esporos, na extremidade de uma haste, conforme mostrado na imagem a seguir:



▲ Esporângio e esporos do fungo *Rhizopus stolonifer*.

- b.** Os microscópicos esporos do bolor ficam em suspensão no ar e podem germinar em condições adequadas, como na superfície de alimentos.
- c.** Resposta pessoal. O crescimento de fungos depende, principalmente, das condições de temperatura e umidade, além de uma fonte de matéria orgânica.

Professor(a), a seguir sugerimos algumas variações para esta atividade prática:

- se possível, com o auxílio de uma lupa, separe alguns filamentos esbranquiçados do mofo com uma pinça e coloque sobre uma lâmina de vidro, cobrindo com uma gota de água e laminula, para observação ao microscópio de luz. Os alunos poderão comparar a imagem visualizada a partir dessa preparação com aquela proposta no livro;
- com o microscópio de luz, também é possível observar cortes transversais de líquens folhosos coletados em troncos de árvores e cortes de lamelas de cogumelos frescos para visualização dos basídios. Você deve preparar essas lâminas, pois realizar cortes à mão livre exige habilidade e manipulação de lâminas.

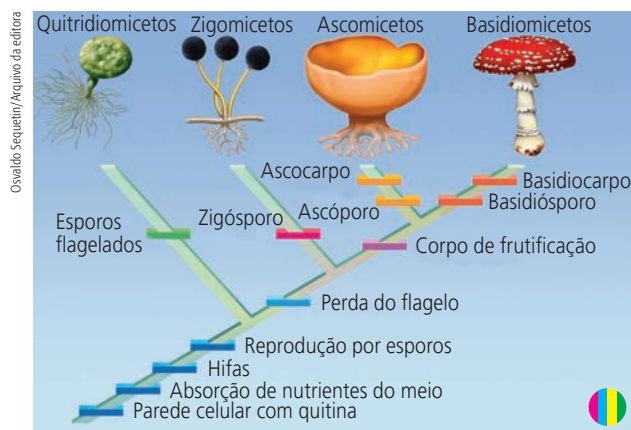
## Página 78

### Vamos criticar o que estudamos?

#### Fungos verdadeiros, fungos imperfeitos e fungos flagelados

Nas classificações mais tradicionais e mais amplamente aceitas, consideram-se quatro filos dentro do Reino Fungi: Chytridiomycota, Zygomycota,

Ascomycota e Basidiomycota. Veja uma representação simplificada de um cladograma mostrando uma hipótese de parentesco evolutivo entre eles:



Adaptado de:

MADER, S. S. *Concepts of Biology*. 2. ed. New York: McGraw-Hill, p. 371.

Neste capítulo, comentamos a respeito dos zigomicetos, dos ascomycetos e dos basidiomycetos. A seguir, alguns dados a respeito dos chytridiomycetos.

Nesse filo estão agrupadas cerca de 1000 espécies, sendo a maioria de fungos aquáticos, encontrados principalmente em água doce. Conforme indicado no cladograma, esse parece ser o grupo mais antigo na escala evolutiva dos fungos.

A maioria dos chytridiomycetos é microscópica e saprófaga. Há espécies que parasitam plantas, as que parasitam animais como nematódeos e insetos, e as que parasitam outros fungos.

Os chytridiomycetos produzem células reprodutoras móveis, que possuem flagelo liso e posterior.

Esse grupo tem grande importância ambiental, sendo geralmente os primeiros fungos a iniciar a decomposição de matéria orgânica.

Outro exemplo da importância ecológica de fungos desse grupo: há espécies que vivem em simbiose no estômago de ruminantes e no intestino de cavalos, que parecem estar relacionadas ao processo de degradação de fibras vegetais nesses animais herbívoros.

## Página 79

### Leitura

#### A descoberta da penicilina

c) O prêmio Nobel foi instituído em 1901 por Alfred Nobel, e homenageia as pessoas que no mundo se destacam por suas contribuições à sociedade, devido



a seus trabalhos e/ou a suas atuações. O Nobel de Fisiologia ou Medicina é uma das categorias desse prêmio, sendo atribuído pelo Instituto Karolinska, da Suécia.

A primeira mulher a ganhar um prêmio Nobel na área científica (em Física) foi Marie Curie, em 1903, por suas descobertas sobre radiação. Foi também a única pessoa até hoje a ganhar um segundo prêmio em uma área científica diferente: em 1911 ganhou o prêmio Nobel de Química em reconhecimento por sua contribuição fundamental no entendimento da radioatividade.

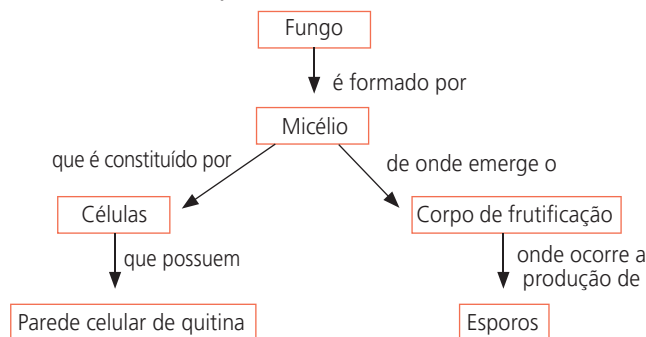
Ao final da pesquisa, você pode propor aos alunos que façam uma lista de assuntos interessantes referentes a este prêmio e que confeccionem um “Guia de Curiosidades” para ser disponibilizado na biblioteca da escola.

## Respostas às atividades

### Revedo e aplicando conceitos

1. O resultado da organização dos conceitos pode variar. É importante verificar se as relações que o

aluno estabeleceu entre os conceitos são válidas. Modelo de resposta:



A elaboração do esquema baseia-se, de forma simplificada, nos mapas conceituais, ferramenta de estudo que permite sistematizar o aprendizado pela revisão de conceitos e estabelecimento de relações entre eles.

3. Por serem heterótrofos, existem fungos que participam das teias alimentares como consumidores e muitos que realizam a decomposição, fenômeno fundamental para o equilíbrio de um ecossistema. Pela decomposição, ocorre reciclagem de substâncias presentes na matéria orgânica, e essas substâncias são utilizadas pelos produtores. Há também fungos parasitas, que em situação de equilíbrio ambiental participam do controle natural de populações de hospedeiros.

## UNIDADE 2

### Biodiversidade II: Plantas

#### CAPÍTULO 6 – Grandes grupos de plantas

#### CAPÍTULO 7 – Morfologia e histologia das angiospermas

#### CAPÍTULO 8 – Fisiologia das fanerógamas

### Objetivos gerais da unidade

Os alunos poderão conhecer um pouco da diversidade das plantas, iniciando pela apresentação dos grandes grupos, em uma classificação didática simplificada. Como já comentamos anteriormente, existem propostas taxonômicas que colocam as algas verdes no reino das plantas, mas, como essas propostas ainda não são consenso no meio científico, optamos por apresentar a classificação proposta por Lynn Margulis e Karlene Schwartz (2001), que considera as algas verdes como protistas, assim como as demais algas e os protozoários. As principais características consideradas por essas autoras para organizar o reino

Plantae é o fato de esses organismos serem multicelulares com tecidos verdadeiros e se reproduzirem com a formação de embriões.

A hipótese mais amplamente aceita é a de que, no reino das plantas, as angiospermas formam um grupo monofilético, o que significa que briófitas, pteridófitas e gimnospermas não correspondem a filos ou divisões, segundo a sistemática filogenética. No entanto, o enfoque dos capítulos da unidade não é a taxonomia ou a apresentação de nomes de grupos e estruturas; por isso, optamos por apresentar quatro grandes grupos de plantas – briófitas, pteridófitas, gimnospermas e angiospermas – enfocando o estudo na compreensão de suas características gerais,

destacando sua evolução e adaptações ao ambiente. É importante, ao longo do estudo dos seres vivos, estimular o resgate dos conceitos de Ecologia e de Biologia celular, abordados no volume 1 da coleção.

Atividades práticas como a observação em campo, durante visita a um parque ou jardim da região, são estratégias interessantes para ampliar o interesse no estudo das plantas. Tais atividades exigem cuidadoso planejamento, envolvendo a direção da escola, para garantir a segurança dos alunos. Antes da atividade, certifique-se de que no local não existem plantas tóxicas, como a comigo-ninguém-pode, a azaleia e o singônio – se existirem, é importante identificá-las e alertar os alunos. No local também não devem viver animais peçonhentos como aranhas ou escorpiões. A coleta de materiais deve ser feita com as mãos protegidas por luvas descartáveis, a partir de folhas e outras estruturas encontradas no solo, sem arrancar partes vivas das plantas.

Outra possibilidade em atividades de campo é a observação de interações entre plantas e animais. Além da observação direta, como a visita de polinizadores a flores, podem ser observados vestígios deixados por animais nas plantas, como marcas de herbivoria ou parasitismo. Como em qualquer estudo do meio, os alunos devem causar o mínimo de impacto no ambiente visitado, não deixando resíduos, movendo pedras ou troncos do lugar ou fazendo barulho. Desse modo eles poderão experimentar um pouco do que é a atividade do pesquisador que coleta seus dados em ambientes naturais, além de desenvolver uma postura de respeito à natureza.

Esta unidade é também adequada para aulas práticas no laboratório de Ciências. Além da análise de tipos de folhas, flores e raízes, por exemplo, os alunos podem reproduzir protocolos relacionados a fenômenos de fisiologia vegetal. Uma atividade simples como a germinação de sementes pode adquirir um caráter experimental se os alunos forem orientados a elaborar uma pergunta e organizar um teste para verificar as possíveis respostas. Por exemplo: o tipo de substrato afeta a germinação de sementes de feijão? A partir desta questão, os alunos podem colocar grãos crus de feijão para germinar em diferentes substratos (ex.: solo arenoso, terra vegetal e algodão), e verificar diariamente o crescimento da radícula. Os cuidados relativos à prática científica devem ser tomados: isolar uma variável (no nosso exemplo, o substrato), manter os outros fatores idênticos para todas as sementes, realizar medidas com precisão e assiduidade, procurar bibliografia relacionada, elaborar um relatório da atividade.

Fonte:

MARGULIS, L.; SCHWARTZ, K. V. *Cinco reinos: um guia ilustrado dos filós da vida na Terra*. 3. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2001.

## Abertura da unidade



A segunda unidade deste livro inicia-se com uma fotografia de girassóis, que são angiospermas. As plantas mais conhecidas e abundantes pertencem a esse grupo; são as que produzem flores e frutos, onde ficam abrigadas as sementes. Peça aos alunos outros exemplos de plantas e certamente o resultado será um grande número de angiospermas. Aproveite o momento para explicar que existem outras plantas, que não produzem flores, frutos ou sementes, e veja se alguém consegue citar exemplos.

Outro fato interessante destacado na legenda da foto é que o girassol não é tecnicamente uma flor, embora este seja o termo usado informalmente. Trata-se de uma inflorescência, ou seja, reunião de muitas flores. O tipo da inflorescência se chama capítulo floral, como os alunos estudarão ao final do capítulo 6.

Explore as questões apresentadas na abertura da unidade. São perguntas intrigantes, que não precisam ser respondidas neste momento; elas podem ser resgatadas ao longo dos capítulos da unidade. Resgatar conhecimentos prévios e despertar a curiosidade dos alunos são os objetivos neste momento.

## CAPÍTULO 6

### Grandes grupos de plantas

#### Comentários gerais

Conhecer os grandes grupos de plantas e as principais características de cada um deles são os objetivos do capítulo. Os ciclos de vida de briófitas, pteridófitas, gimnospermas e angiospermas são apresentados aos alunos com o intuito de observar que existem certos padrões comuns na reprodução dos seres vivos, havendo também particularidades que podem ser interpretadas como adaptações das plantas ao ambiente. A comparação entre os ciclos de vida das plantas também apresenta enfoque evolutivo.

Optamos por apresentar os grandes grupos seguindo uma organização didática que é tradicionalmente adotada por professores do Ensino Médio. Assim, é essencial que os alunos compreendam que “criptógamas” e “fanerógamas” não são táxons, e os grupos não estão necessariamente apresentados em divisões ou classes.

Neste capítulo aparecem lembretes de conceitos de biologia celular que são importantes para compreender os ciclos de vida das plantas. Consideramos que os alunos desenvolveram aprendizagens relacionadas aos conceitos de divisão celular (meiose e mitose), fecundação, reprodução sexuada e assexuada. No ciclo de vida das plantas, a meiose ocorre na formação dos esporos e os alunos devem perceber essa diferença em relação ao ciclo reprodutivo dos animais, em que ocorre meiose na formação dos gametas. Outra diferença importante, que pode causar confusão se não for bem esclarecida, é em relação ao conceito de óvulo em animais e em plantas.

Na página 83 do livro, apresentamos um esquema simplificado das principais fases do ciclo haplodiplobionte, que é observado nas plantas. Uma vez bem entendido este ciclo, ele pode ser utilizado para comparação com o que acontece em cada grupo de planta, permitindo que os alunos identifiquem as fases do ciclo haplodiplobionte na reprodução de briófitas, pteridófitas, gimnospermas e angiospermas.

## Reflexões sobre o ensino de Biologia

### Página 82

#### Botânica no Ensino Médio

Segundo os PCN+: *Orientações Curriculares para o Ensino Médio*, a Botânica é uma das disciplinas da Biologia que deve estar presente nos níveis fundamental e médio de ensino, pela importância das plantas para a vida na Terra, incluindo a vida humana. Conhecer sobre as plantas é saber mais a respeito do nosso próprio papel na natureza.

O ensino dos temas botânicos são, entretanto, geralmente apresentados de modo desinteressante, segundo indicam pesquisas em ensino de Ciências, como a que citamos aqui:

As plantas até podem nos encantar pela sua beleza, pelo seu cheiro, seu gosto, sua sombra, suas curas... Mas não há nada mais encantador que a sua capacidade espetacular de viver e de manter vivas outras vidas.

Durante minha vida estudantil, esperei aprender mais sobre o Reino Plantae que tanto me encantava, mas me deparei com aulas tão monótonas e cheias de nomes e detalhes que o seu brilho para mim se ofuscou.

Quando cursei o Ensino Médio (2001-2003), essa situação só se agravou. As aulas eram totalmente conteudistas, com o propósito de promover apenas a capacitação dos alunos para as provas do vestibular, deixando de lado a formação emancipatória dos alunos. Neste período, o conteúdo de Botânica quase não foi visto, deixado na maioria das vezes para a última unidade e quase sempre não dava tempo de abordá-lo em sua plenitude. Este fato, infelizmente, não é diferente na maioria das aulas de Biologia. (BITENCOURT, 2013, p. 15)

O ensino com base na memorização de nomes científicos e sistemas classificatórios parece desmotivar tanto alunos quanto professores, o que impede o acesso deles ao importante papel que a Botânica teve e tem na construção do conhecimento biológico. Promover a aprendizagem dos conceitos fundamentais dessa área faz parte de uma educação para a cidadania.

Com o intuito de transformar o cenário desmotivador do ensino de Botânica na escola, Bitencourt propõe abordagens socioambientais que aproximem o mundo da escola e o contexto vivencial do aluno.

Um exemplo seria a elaboração de atividades a respeito da produção de alimentos: orgânicos, transgênicos, hidropônicos e outros. A partir desse estudo, os alunos terão contato com os conceitos fundamentais em biologia vegetal, apresentados no livro: a fotossíntese, o balanço entre esse processo e a respiração, a germinação e o crescimento da planta, a polinização etc.

Desse modo, o estudo deixa de ter como prioridade os nomes de grupos taxonômicos e de estruturas biológicas, e pode adquirir um sentido para os alunos, pois estabelecerão relações entre o que estão aprendendo nas aulas de biologia das plantas com a sua realidade (em nosso exemplo: os alimentos cultivados na região, disponíveis nas feiras, questões de nutrição, entre outras com ligação direta ao seu cotidiano).

Buscamos inspirar um trabalho diferenciado com os temas da Botânica por meio das atividades propostas neste capítulo e nos seguintes. Além disso, os alunos podem compreender a etimologia dos termos usados, o que permite a compreensão de seus significados, e não a simples memorização.

Fonte:

BITENCOURT, I. M. *A botânica no ensino médio: análise de uma proposta didática baseada na abordagem CTS*. Dissertação de mestrado. Jequié: Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, 2013. Disponível em: <<http://www.uesb.br/ppgcefp/dissertacoes/IANE-MELO.pdf>>. Acesso em: 20 maio 2016.

## Sugestões de atividades complementares

### Página 96

#### Como as plantas são representadas?

Com o auxílio do professor de Arte, solicite aos alunos que pesquisem em acervos de museus pinturas, ilustrações e esculturas que retratem as plantas. É essencial que os alunos identifiquem diferentes estilos de pintura, dos mais realistas aos mais abstratos.

Em termos de desenvolvimento científico, os alunos podem avaliar as vantagens de desenhos realistas. A ilustração em Botânica e em Zoologia é uma ferramenta importante de estudo, pois por meio dela são destacadas determinadas estruturas com grande precisão de detalhes.



Estimule os alunos a expressarem o que sentem a respeito de cada obra, indicando as pinturas com que mais se identificam e os porquês. Essa atividade pode ser complementar à sugerida na atividade prática *Análise das partes de uma flor*, na seção *Indo além*.

Veja a seguir algumas sugestões de fontes de consulta:

*Flora brasiliensis*. Centro de Referência em Informação Ambiental (CRIA). Disponível em: <<http://florabrasiliensis.cria.org.br/index>>. Acesso em: 20 maio 2016.

MEE, M. *Flores da Floresta Amazônica*. 2. ed. São Paulo: Escrituras, 2011.

Projeto Portinari. Disponível em: <<http://www.portinari.org.br>>. Veja, por exemplo, a obra "Paisagem com mar", de 1934, e "Peneirando café", de 1957. Acesso em: 14 abr. 2016.

SANT'ANNA, R.; PRATES, V. *Frans Krajberg: a obra que não queremos ver*. 2. ed. São Paulo: Ed. Paulinas, 2007.

## Página 97

### Discussão sobre um filme

Sugerimos o documentário "Margaret Mee e a flor da lua", da cineasta brasileira Malu de Martino (Brasil, 2012, cor, 1 h 18 min.). Ele mostra a vida e a obra da famosa ilustradora botânica inglesa e sua passagem pelo Brasil. Mee trabalhou no Instituto de Botânica de São Paulo, onde retratou principalmente bromélias da Mata Atlântica. Partiu depois em expedições pela Amazônia e tornou-se grande defensora da floresta, divulgando internacionalmente suas belezas naturais e os desafios na preservação.

A "flor da lua", mencionada no título do filme, é a do cacto *Selenicereus wittii*, nativo da Amazônia. Trata-se de uma epífita, que cresce sobre árvores altas e floresce apenas por uma noite ao ano. Aos 79 anos de idade, Margaret Mee conseguiu realizar o sonho de ver a flor de perto e retratá-la em pintura – é a que está no livro, na página 96.



▲ Foto da noite em que Margaret Mee conseguiu ver a "flor da lua", às margens do rio Negro, em 1988.

Após o filme, converse com os alunos a respeito das características que eles observaram na vegetação da floresta, das características do cacto flor da lua e da importância do trabalho de Margaret Mee. Pergunte também se há algum projeto ou questão que eles defendem com intensidade, e o que fariam para lutar por isso. Essa atividade pode virar tema de redação ou de uma exposição artística, em coordenação com as disciplinas de Língua Portuguesa e Arte.

## Temas do capítulo: comentários e aprofundamentos

### Página 96



### ATIVIDADE PRÁTICA

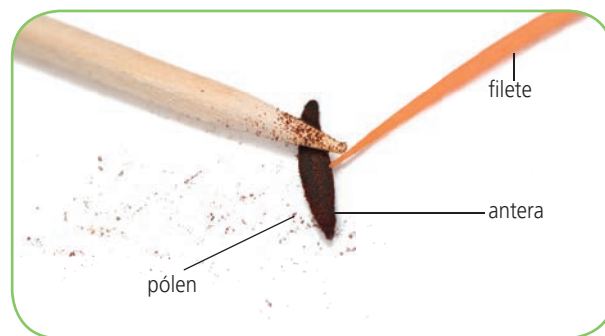
#### Análise das partes de uma flor

Professor(a), o ideal é utilizar uma flor que possua verticilos florais fáceis de ser identificados. Se desejar, é possível apresentar aos alunos flores diversas, para comparação – por exemplo: flor com pétalas fundidas, com fusão de estas etc.

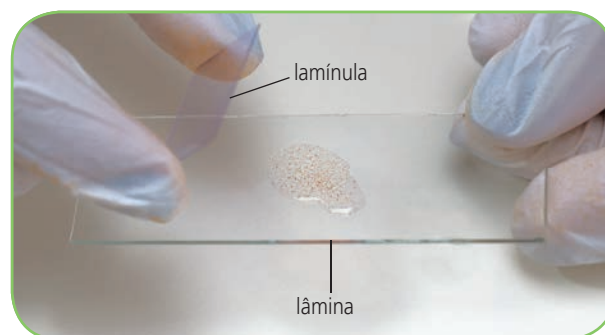
Certifique-se de que as flores escolhidas não são tóxicas e tenha cuidado na retirada do pólen.

Veja a seguir imagens e mais orientações a respeito da atividade.

- Para coletar o pólen, pode ser utilizado um palito de madeira, passando-o sobre a superfície da antera, conforme mostrado a seguir.

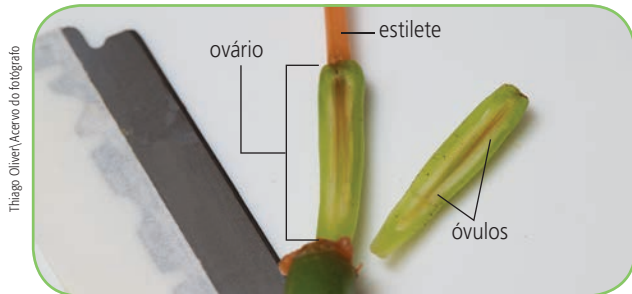


- Para montar a lâmina de pólen, deve-se passar o palito sobre a superfície da lâmina de vidro. Em seguida, pingar uma gota de água sobre o pólen e cobrir com lamínula.



- O material está pronto para ser observado ao microscópio óptico, iniciando pelo uso da lente de menor aumento.
- Para que os alunos observem os óvulos no interior do ovário da flor de lírio, deve-se utilizar uma lâmina ou navalha, fazendo um corte longitudinal.

- Não permita que os alunos manipulem ferramentas cortantes; entregue o material pronto para observação com uma lupa.



## Página 97

### Beija-flores

A relação entre os beija-flores e as espécies de angiospermas polinizadas por eles constitui um exemplo de coevolução. Como resultado do processo evolutivo, observa-se uma íntima relação entre as características das aves e das plantas e o estabelecimento de uma simbiose que beneficia a ambas.

Os biólogos denominam síndrome floral ao conjunto de características de uma planta capaz de atrair um determinado visitante e potencial polinizador.

As plantas mais especializadas, ou seja, aquelas que dependem mais intensamente dos beija-flores para a ocorrência da polinização, possuem como características da síndrome floral ornitófila: flores tubulares ou em forma de sino, cores avermelhadas ou róseas, produção relativamente grande de néctar, nectários localizados na base da flor, flores que se abrem durante o dia, estames em posição que favorece o contato do pólen com as penas da face do beija-flor.

O beija-flor, por sua vez, é atraído pela cor vermelha ou rósea da flor e alimenta-se principalmente de néctar (ocasionalmente come também pequenos insetos). Seu bico longo e fino atinge a base das flores tubulares, na qual está o líquido nutritivo. Essa ave possui hábito diurno, estando mais ativa geralmente durante a manhã e ao final da tarde.



- △ O beija-flor obtém o néctar ao mesmo tempo em que entra em contato com o pólen da flor. A ave da foto mede cerca de 8 cm de comprimento.

É preciso cuidado ao se falar em coevolução, para não utilizar uma linguagem finalista. Apesar da

intensa relação entre as características de beija-flores e de plantas polinizadas por eles, não se deve falar, por exemplo, que a flor produz néctar para atrair a ave.

Há uma discussão entre especialistas a respeito do tipo de relação ecológica entre as angiospermas com síndrome floral ornitófila e os beija-flores. Para muitas espécies, trata-se de protocooperação, uma vez que a planta possui outros potenciais polinizadores ou mecanismos de autofecundação que não a tornam dependente da visita do beija-flor para que ocorra sua reprodução. Em outros casos, a relação ecológica parece ser de mutualismo, com a espécie dependendo de uma (ou mais de uma) espécie de beija-flor para que ocorra a fecundação.

É interessante notar que uma planta com síndrome floral ornitófila não atrai todas as espécies de beija-flores de uma região, conforme mostra a atividade 9, proposta na página 101.

Outro aspecto interessante é o comportamento de “pilhar” ou roubar o néctar de uma flor, o que acontece quando a ave tem acesso ao líquido sem ter contato com o pólen, perfurando a base da flor. Neste caso, a relação ecológica não beneficia a planta. A pilhagem de néctar pode ser observada em flores que não possuem a síndrome ornitófila.



- △ Beija-flor *Thalurania glaucopis* “pilhando” néctar na base de uma flor de maracujá. Ele mede cerca de 7 cm de comprimento.

## Página 99

### Leitura

#### Origem das angiospermas

Com a polinização, aumentam as chances de ocorrer a fecundação cruzada entre plantas de uma mesma área, mas não necessariamente vizinhas. Na fecundação cruzada, há combinação do material genético do pólen, produzido por um indivíduo, e da oosfera, produzida por outro indivíduo. Ocorre assim o aumento da variabilidade genética na população.

Em uma população em que todos os indivíduos se reproduzem por autofecundação ou por propagação vegetativa, todas as plantas serão geneticamente idênticas e, portanto, apresentarão as mesmas

vulnerabilidades. Se uma das plantas for suscetível a uma micose, por exemplo, todas as outras plantas da população também o serão. Isso é mais difícil de ocorrer em uma população na qual ocorre fecundação cruzada e, portanto, existe variabilidade genética.

## Respostas às atividades

### Trabalhando com gráficos

**2. c)** A diferenciação entre dicotiledôneas e monocotiledôneas pode ser feita em uma análise visual da morfologia, se for possível verificar o aspecto das raízes, das folhas, das flores e/ou dos frutos. As possibilidades estão resumidas a seguir:

|               | Dicotiledôneas                                    | Monocotiledôneas                           |
|---------------|---------------------------------------------------|--------------------------------------------|
| <b>Raiz</b>   | Ramificada                                        | Fasciculada                                |
| <b>Folhas</b> | Com nervuras ramificadas                          | Com nervuras paralelas                     |
| <b>Flores</b> | Com verticilos florais na base dos números 2 ou 5 | Com verticilos florais na base do número 3 |
| <b>Frutos</b> | Com lojas na base dos números 2 ou 5              | Com lojas na base do número 3              |

Qualquer um desses caracteres pode ser citado pelo aluno em sua resposta.

No entanto, a elódea é uma planta aquática muito especializada. Suas folhas são translúcidas, com poucas camadas de células e apenas uma nervura central em cada folha é evidente. Por seu hábito aquático, possui raízes pequenas e finas que não tem o aspecto típico do sistema radicular ramificado. Ela se reproduz facilmente por fragmentação do caule; no entanto, as plantas são dioicas e produzem flores que se localizam no ápice dos ramos, acima da superfície da água. Veja a foto a seguir: a flor é trímera. A elódea é uma monocotiledônea.



▲ Flor da espécie *Elodea canadensis*. Cada pétala mede cerca de 1 cm de comprimento.

**5. b)** Na fecundação cruzada, o gameta contido no pólen produzido por uma planta fecunda a oosfera presente na flor de outro indivíduo (da mesma espécie). Assim, o zigoto formado possuirá material genético proveniente de dois indivíduos, resultando em variabilidade genética.

## Trabalhando com gráficos

**9. e)** Forma-se o tubo polínico, que penetra o estilete em direção ao ovário da flor. No interior do tubo polínico, formam-se dois núcleos espermáticos, que correspondem aos gametas masculinos. Quando o tubo polínico atinge o óvulo, um núcleo espermático une-se à oosfera, originando o zigoto (2n), e o outro funde-se com os núcleos polares do óvulo, originando um núcleo triploide. O zigoto dá origem ao embrião e o núcleo triploide dá origem ao endosperma. Do óvulo se desenvolve a semente. As paredes do ovário desenvolvem-se, formando o pericarpo. Assim surge o fruto, composto por pericarpo e semente.

## Ciência, Tecnologia e Sociedade

**11. b)** Resposta pessoal. Dois exemplos: (1) plantas consomem gás carbônico no processo de fotossíntese e, por isso, o reflorestamento está entre as medidas de compensação da emissão de gás carbônico na atmosfera; (2) plantio de leguminosas, que apresentam nódulos de bactérias fixadoras de nitrogênio (bacteriorrizas), restabelecendo ou aumentando os níveis de compostos nitrogenados no solo.

## Questões do Enem e de vestibulares

**12. b)** No pinhão, semente de uma gimnosperma, a fecundação é simples e o endosperma é haploide, derivado do tecido de reserva presente no óvulo. Na castanha-do-pará, semente de uma angiosperma, ocorre dupla fecundação e o endosperma é triploide, resultado da fecundação de um núcleo espermático com os núcleos polares do óvulo.

## CAPÍTULO 7

### Morfologia e histologia das angiospermas

#### Comentários gerais

No capítulo anterior, os alunos conheceram a diversidade de plantas, pelo estudo dos grandes grupos.

No presente capítulo, o estudo dos órgãos e tecidos vegetais visa ampliar a compreensão de características das plantas relacionadas ao seu sucesso evolutivo. Vejamos um exemplo: conhecendo a estrutura histológica dos tecidos condutores de seiva, os alunos podem compreender melhor a relação entre essa característica e o porte maior das plantas vasculares em relação às avasculares.

O capítulo investe na apresentação de relações entre forma e função de tecidos e órgãos vegetais, pois é essencial estabelecer relações entre os níveis macroscópicos e microscópicos.



Além disso, é possível discutir interações entre as partes das plantas e o ambiente. O foco do estudo é o grupo das angiospermas, atualmente o mais diverso no reino das plantas.

A fim de motivar a aprendizagem, o capítulo é rico em imagens de microscopia, fotografias e desenhos esquemáticos. Evite focar o ensino na memorização de nomes, embora o conhecimento e o uso dos principais termos botânicos seja um conteúdo de aprendizagem importante a ser desenvolvido.

Se possível, complemente a análise de imagens utilizando um atlas de histologia vegetal. Na internet, é possível encontrar atlas virtuais; é interessante planejar um roteiro com questões para os alunos responderem a partir do que foi visto em aula e das observações das imagens disponíveis nos atlas (veja *link* sugerido).

Com esse estudo inicial de caracterização dos tecidos, você poderá desenvolver discussões com os alunos que os levem a reconhecer sua importância ao longo do desenvolvimento e crescimento das plantas. É importante que os alunos compreendam que os tecidos meristemáticos são fundamentais para as transformações que ocorrem desde o processo de germinação da semente, desenvolvimento e crescimento de raiz (primeira estrutura a emergir da semente), caule, folhas, flor e frutos. Embora as flores não sejam estudadas neste capítulo, mencione-as nesse contexto de desenvolvimento e crescimento das angiospermas.

Sugerimos que em suas aulas você estimule os alunos na observação de raízes, caules e frutos de diferentes tipos, considerando as plantas comuns na região. Oriente os alunos a não arrancar partes das plantas; eles podem registrar as partes das plantas em fotos e/ou vídeos, e até mesmo desenhar as plantas em seus ambientes.

Valorize os conhecimentos prévios dos alunos e os saberes populares a respeito de plantas da região como ponto de partida para o estudo morfológico das mesmas.

A seção *Vamos criticar o que estudamos?* (página 123) traz uma discussão a respeito do uso dos termos *legume*, *fruto* e *fruta*. Trata-se de mais uma proposta de rica discussão a respeito das diferenças entre nomes populares e nomes científicos, valorizando a importância da padronização e da terminologia para o desenvolvimento de conhecimentos científicos.

Saiba mais:

*Atlas de Anatomia Vegetal do Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo.*  
Disponível em: <<http://atlasveg.ib.usp.br/focara.html>>. Acesso em: 27 abr. 2016.

LORENZI, H. *Árvores brasileiras* (coleção em 3 volumes).  
Louveira: Ed. Plantarum, 2009.

## Sugestões de atividades complementares

### Página 104

#### Aula prática: observação de células da epiderme de cebola

Os procedimentos a seguir podem ser realizados pelos alunos, caso existam condições de trabalho e segurança no laboratório da escola.

### Observação de células da epiderme da cebola

#### Materiais necessários

- Microscópio de luz;
- uma cebola;
- lugol ou corante azul de metileno;
- lâmina e lamínula;
- pinça;
- conta-gotas;
- papel-filtro;
- papel toalha.

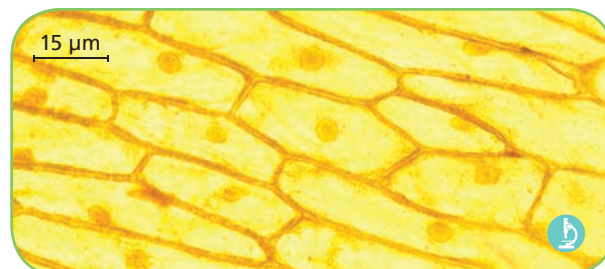
#### Procedimentos

1. Retirar a casca (catafilos secos) que envolve o bulbo da cebola e separar dois ou três catafilos suculentos com os dedos.
2. Na parte interna de cada catafilo, há uma fina película, formada por uma única camada de células, que corresponde à epiderme. Retirar com delicadeza essa película, com auxílio da pinça, e colocar um fragmento dela sobre a lâmina.
3. Com um conta-gotas limpo, pingar uma gota de lugol ou do corante azul de metileno sobre a película, para que o núcleo fique evidente na preparação, e cobrir com a lamínula. Retirar o excesso de corante nas bordas da lamínula com o papel-filtro.
4. Observar a lâmina no microscópio de luz.
5. Registrar o que for observado, em cada aumento do microscópio.
6. Limpar a bancada de trabalho com o papel toalha.

#### Resultado esperado

Essa preparação permite obter imagens como a seguinte:

Kevin & Betty Collins/Visuals Unlimited, Inc./Glow Images



▲ Células da epiderme de catafilo suculento de cebola, coradas com lugol.

## Página 116

### Atividade prática: observação de tecidos da cebola (*Allium cepa*)

A atividade exige que a escola tenha laboratório de Ciências amplo e bem ventilado, equipado com os materiais necessários e onde se observem normas de segurança.

Os procedimentos descritos a seguir devem ser realizados por você, professor(a), em momento anterior à aula prática, pois exige muito cuidado, o uso de chama e de um material volátil (orceína acética). Ao início da aula prática, as lâminas já devem estar prontas para a observação. Mostre aos alunos os materiais que foram utilizados e demonstre ou explique os procedimentos adotados.

#### Materiais necessários para o preparo de lâminas de células do ápice de raiz de cebola:

- › Uma cebola;
- › palitos de madeira;
- › um copo com água;
- › corante orceína acética;
- › lugol ou corante azul de metileno;
- › vidro de relógio;
- › pinça de madeira;
- › máscara protetora para o rosto e óculos de proteção;
- › bico de Bunsen;
- › lâmina e lamínula;
- › pincel;
- › tesoura;
- › conta-gotas;
- › papel toalha.

#### Procedimentos prévios: obtenção das raízes de cebola

1. Mantenha um bulbo de cebola sobre um copo cheio de água durante cerca de uma semana. A parte inferior do bulbo, da qual surgem as raízes, deve ficar em contato com a água. Para fixar melhor a cebola na boca do copo, você pode espetar o bulbo com alguns palitos de madeira.

2. Quando as raízes tiverem atingido cerca de 3 cm de comprimento, organize a aula prática.

#### Procedimentos para o preparo das lâminas

1. Corte com uma tesoura a ponta de algumas raízes (cerca de 4 mm) e coloque-as no vidro de

relógio. Cubra-as com orceína acética. Utilizando a pinça de madeira, coloque o vidro um pouco acima da chama do bico de Bunsen. Sugerimos que esta etapa seja feita apenas por você, em momento anterior à aula. Use máscara e óculos de proteção, pois os vapores liberados pela orceína têm cheiro forte e podem causar irritações nas mucosas. Toda vez que o corante começar a borbulhar, o vidro deve ser afastado da chama; espere esfriar um pouco e volte a aproximá-lo da chama. O vidro não deve ficar muito quente. Repita o procedimento algumas vezes.

2. Com uma pinça fina ou pincel, coloque uma ponta de raiz sobre a lâmina e pingue sobre ela mais uma gota do corante utilizando o conta-gotas.

3. Cubra a lâmina com a lamínula e folhas de papel toalha ou papel-filtro. Com o dedo polegar, aplique uma suave pressão sobre a lamínula, o suficiente para esmagar a ponta da raiz.

Veja a seguir uma sugestão de roteiro para a aula no laboratório.

### Observação de células da extremidade da raiz de cebola

#### Materiais necessários

- Microscópio de luz;
- uma lâmina contendo a extremidade de uma raiz de cebola, preparada com corante orceína acética e esmagada.

#### Procedimentos

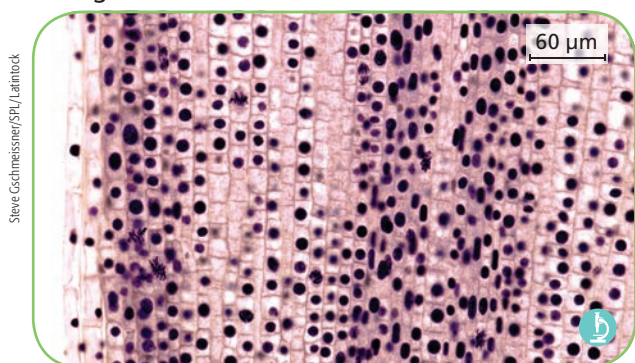
1. Acompanhe o relato de seu professor a respeito do preparo da lâmina.
2. Coloque a lâmina no microscópio de luz. Inicie a observação pela lente de menor aumento. Ao escolher um campo de visualização, coloque na lente de maior aumento, ajustando o foco com o parafuso micrométrico.
3. Represente no caderno o que você observou ao microscópio, nos diferentes aumentos.
4. Represente no caderno a região da cebola de onde são as células observadas.

#### Interpretando os resultados

- a. O corante orceína acética possui afinidade com cromossomos e deixa os núcleos das células evidentes; o aquecimento amolece o material. Relacione este fato com o que você observou.

## Resultados esperados

Essa preparação permite obter imagens como a seguinte:



▲ Células do ápice da raiz de cebola, coradas com orceína acética.

Certifique-se de que os alunos compreenderam que as células são da extremidade (ápice) das raízes da cebola, da região em que está a coifa e as células meristemáticas.

As células meristemáticas são indiferenciadas e estão em divisão celular; isso explica o crescimento da raiz pela extremidade.

Como a orceína acética tem afinidade por cromossomos, é possível ver as células em diversos estágios do ciclo celular e em diferentes fases da mitose.

## Página 121

### Polinização de flores e dispersão de sementes em angiospermas

Antes da aplicação da atividade, você precisa obter:

- exemplares de flores que ocorram na região e informações sobre suas características, como cor das pétalas, produção de néctar, agentes polinizadores, época de floração etc.;
- sementes de plantas diversas que ocorram na região e informações sobre características do fruto e a principal forma de dispersão. As sementes não precisam necessariamente ser correspondentes às flores coletadas.

Escreva as informações sobre as flores e sementes coletadas em pequenos cartões, mas não escreva nada a respeito da polinização das flores ou da dispersão das sementes. Quando a coleção de flores e sementes e os cartões estiverem prontos, realize a atividade com os alunos, que devem ser organizados em equipes.

Cada equipe deve receber uma flor e uma semente, com os cartões correspondentes. As equipes devem observar as características e analisar as informações sobre a flor que receberam, formulando uma hipótese a respeito de como seria a polinização das flores daquela espécie, justificando-a: o vento, a água, um animal de pequeno porte (inseto) ou um animal de porte maior (morcego ou ave). Depois,

devem analisar as características da semente e as informações sobre o fruto que a continha e explicar a possível forma de dispersão da semente: pelo ar, pela água, nas penas ou pelos de animais, passando pelo sistema digestório de animais que comem o fruto.

Encerre a atividade com discussão das ideias apresentadas pelos alunos. Enfatize que existem casos em que não é possível relacionar diretamente as características de uma flor ou de um fruto e semente com as formas de polinização e dispersão, respectivamente. No entanto, determinados conjuntos de características estão relacionados, em muitas espécies de plantas, a determinados agentes polinizadores e dispersores.

A relação entre plantas e animais polinizadores e/ou dispersores é explicada pela coevolução, processo em que a evolução da planta influencia a evolução do animal, e vice-versa. Trata-se de um processo complexo, em que atuam fatores evolutivos como a seleção natural. De forma simplificada, podemos afirmar que a relação ecológica entre uma planta e seu polinizador/dispersor tornou-se, em algum momento da evolução das duas espécies, vantajosa para a sobrevivência de ambas, sendo esta relação mantida nas gerações seguintes. Não está correto estabelecer uma relação de finalidade ou propósito entre as características da planta e sua forma de polinização ou dispersão de sementes. A frase a seguir merece ser analisada com os alunos: “A flor produz néctar para atrair animais”. Observe que essa frase indica uma intenção, um propósito para a característica da flor, mas não há intenções no processo evolutivo. Assim, é importante alertar os alunos acerca da incorreção na linguagem finalista.

## Temas abordados: comentários e aprofundamentos

### Página 121



### REÚNA-SE COM OS COLEGAS

#### Algumas informações sobre plantas carnívoras que ocorrem no Brasil

- *Drosera*: plantas de pequeno porte. Suas folhas apresentam “pelos” vermelhos que liberam gotas de uma substância pegajosa. Insetos e outros pequenos animais são atraídos pela luz que é refletida pelas gotas de mucilagem e ficam presos nas folhas.
- *Heliophora*: plantas que possuem ascídios; os insetos são atraídos pelas cores e pelo néctar perfumado e ficam presos dentro do ascídio. Não produzem enzimas digestivas, dependendo da ação de micro-organismos decompositores para obter os nutrientes.



- *Bromélias Brocchinia* e *Catopsis*: são consideradas carnívoras porque aparentemente “capturam” muito mais insetos que outras bromélias. Na água que fica acumulada entre as folhas das bromélias, pequenos invertebrados ficam retidos e morrem.
- *Utricularia*: plantas que apresentam armadilhas de sucção, que consistem de pequenas vesículas, cuja entrada é cercada por “gatilhos”. Quando os “gatilhos” são estimulados, a entrada da vesícula se abre rapidamente. Existe uma diferença de pressão entre o interior e o exterior da vesícula e quando a entrada se abre, a presa é sugada para dentro.
- *Genlisea*: plantas popularmente conhecidas como violetas-do-brejo, que, dependendo da espécie, vivem em solo úmido ou na água. Possuem “armadilhas” relativamente pequenas, subterrâneas ou submersas (dependendo da espécie), formadas a partir de folhas modificadas. Essas folhas apresentam uma estrutura arredondada que abriga as enzimas digestivas e dela parte um prolongamento fino e retorcido, que se divide em dois (lembrando um “Y” invertido). Pequenos organismos são atraídos por essa região e, quando entram na armadilha, são puxados por um fluxo de água em direção às enzimas digestivas.
- *Philcoxia minensis*, espécie nativa do Cerrado da região da Serra do Espinhaço. Apresenta folhas pegajosas com cerca de 1 mm de diâmetro que se desenvolvem sob a superfície do solo. Essa adaptação lhe permite capturar vermes que ali vivem.

Com a coorientação dos professores de Língua Portuguesa e de Arte, a reportagem deve priorizar uma linguagem acessível ao leitor, sem perder a precisão conceitual. É importante que os alunos não adotem um tom finalista ou antropocêntrico para se referir à planta.

**Página 124**

## LEITURA

### Propagação vegetativa das plantas

A enxertia é um processo assexuado, em que a planta forma novos indivíduos por mecanismos de propagação vegetativa. São vários os tipos de “enxertos”, mas em todos eles uma parte de uma planta é fixada em contato direto com a outra, previamente plantada e já desenvolvida. Essa planta, que funciona como suporte do enxerto, é conhecida popularmente por “cavalo”.

Na enxertia, o processo ocorre com a intervenção humana. No entanto, a propagação vegetativa ocorre amplamente na natureza, de forma espontânea. Um exemplo é o do morangueiro, que possui estoques: os seus caules, que são rastejantes, podem, de espaço a espaço, gerar um novo indivíduo. A grama comum de jardim é outro caso típico; você já deve ter reparado como a grama se espalha rapidamente sobre o solo.

Os caules possuem formações exclusivas que facilitam a multiplicação vegetativa: os botões vegetativos, ou gemas. A batatinha comum, por exemplo, é um caule subterrâneo; dele podem surgir novos indivíduos a partir de seus botões vegetativos, que muitas pessoas conhecem por “olhos”.

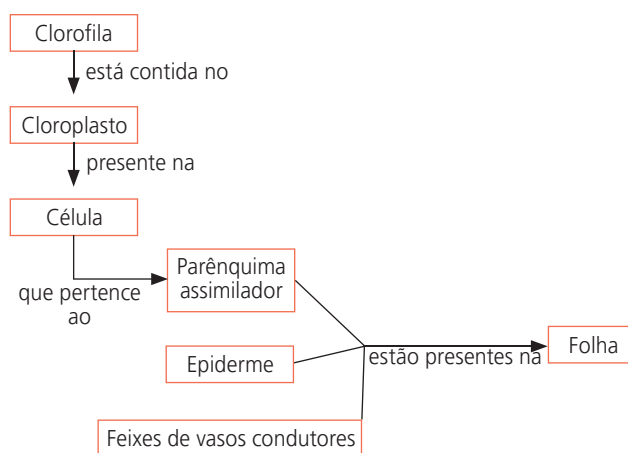
A multiplicação vegetativa em plantas também ocorre, em alguns casos, a partir de folhas. Esse fenômeno é comum em folhas de begônia e de fortuna.

## Respostas às atividades

### Revendo e aplicando conceitos

**1. a)** Caule. Células meristemáticas formam os meristemas, que estão presentes nas gemas, encontradas no caule da planta. Células parenquimáticas com função de reserva, que armazenam amido, são encontradas em caules do tipo tubérculo. *Solanum tuberosum* é o nome da espécie a que pertence a planta conhecida como batata-inglesa.

**1. b)** A organização dos conceitos pode variar. É importante verificar se as relações entre os conceitos são válidas. Modelo de resposta:



A elaboração do esquema baseia-se, de forma simplificada, nos mapas conceituais, ferramenta de estudo que permite sistematizar o aprendizado pela revisão de conceitos e estabelecimento de relações entre eles.

2. Cenoura: raiz subterrânea com função de reserva de amido na raiz principal (tubérculo). Árvore do manguezal: raiz secundária aérea com função de aeração (pneumatóforos). Cipó-chumbo: raiz modificada em haustórios, com função de retirar nutrientes da célula hospedeira. Filodendro: raiz aérea, ramificada, com função de fixação na planta hospedeira e de absorção de água e nutrientes que se acumulam entre o filodendro e a hospedeira. Mandioca: raiz subterrânea, com função de armazenamento de amido nas raízes secundárias (tubérculos).

### Trabalhando com gráficos

9. a) O cerne da madeira corresponde ao xilema não funcional, localizado na região central do tronco. O alburno corresponde ao xilema funcional, localizado entre o cerne e o floema.

9. b) A medula (ponto A) indica a região a partir da qual ocorreu o crescimento da árvore em espessura. Os anéis de crescimento mais antigos estão ao redor da medula.

9. c) No trecho A – B (lenho juvenil) a distância entre os anéis de crescimento é maior do que no trecho C – D (lenho adulto).

9. d) O número de vasos lenhosos por área ( $\text{mm}^2$ ) é maior na região próxima à medula e vai diminuindo à medida que aumenta a distância em relação à medula. A planta, quando jovem, produziu, em um intervalo de tempo, uma quantidade maior de vasos lenhosos do que na idade adulta, considerando o mesmo intervalo de tempo. Uma explicação possível é que o crescimento da planta em espessura ocorreu rapidamente no início da vida, tendo o ritmo de crescimento reduzido na fase adulta.

De acordo com o artigo científico utilizado para elaborar esta questão, algumas características do lenho juvenil são: menor diâmetro celular, maior número de vasos por  $\text{mm}^2$ , menor comprimento de vasos e fibras e paredes celulares mais finas. No lenho juvenil, o número de vasos é mais elevado, pois o ritmo de crescimento da planta jovem é mais acentuado. É importante lembrar que esses dados são referentes à espécie estudada, *Terminalia ivorensis*.

### Ciência, Tecnologia e Sociedade

12. Na pesquisa a respeito de plantas com propriedades medicinais, os alunos, organizados em equipes, podem selecionar espécies comuns na região. Podem buscar informações em livros e na internet, além de consultar jardineiros e outras pessoas da comunidade. Ao final, cada equipe

pode apresentar um seminário, descrevendo a planta, seus princípios ativos, sua ocorrência e se existem estudos científicos comprovando sua ação medicinal. Os professores de História podem contribuir com essa pesquisa, considerando os conhecimentos de diferentes culturas sobre tais plantas, como é o caso dos indígenas.

Ao final dos seminários, é importante conversar com os alunos a respeito da pesquisa científica com plantas medicinais. Por que essas pesquisas são importantes? Quais etapas são necessárias antes da aprovação de um princípio ativo como medicamento? Que cuidados são fundamentais no uso de plantas medicinais, para evitar intoxicações?

Uma noção que, apesar de errônea, é muito comum entre as pessoas, é a de que plantas medicinais ou medicamentos fitoterápicos são naturais e por isso não causam efeitos colaterais ou riscos para a saúde. Existem espécies de plantas tóxicas. Além disso, assim como acontece com qualquer medicamento, a partir de determinada concentração no organismo podem ocorrer efeitos indesejados e intoxicações.

Na pesquisa farmacológica dos princípios ativos presentes em plantas e seus efeitos nos organismos, existem diversas etapas rigidamente seguidas, como fase de pré-teste, ensaios em cobaias, ensaios clínicos em seres humanos. Esses passos são fundamentais para se conhecer a ação de substâncias, os possíveis efeitos colaterais, os benefícios e os cuidados necessários para consumo.

Fontes:

LORENZI, H.; MATOS, J. A. *Plantas medicinais no Brasil: nativas e exóticas*. 2. ed. Louveira: Editora Plantarum, 2008.

MUNIZ, H. J. T. *Colecionando frutas*. São Paulo: Arte & Ciência Editora, 2008.

Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro. *Plantas medicinais, uma trilha de surpresas*. Disponível em: <<http://vm005.jbrj.gov.br/arboreto/trilha.htm>>. Acesso em: 28 abr. 2016.

## CAPÍTULO 8

### Fisiologia das fanerógamas

#### Comentários gerais

Alguns aspectos da fisiologia das fanerógamas são abordados neste capítulo. Trata-se de uma rica oportunidade para desenvolver diversos estudos empíricos. Como exemplos de atividades práticas, se as condições forem adequadas, você poderá orientar os alunos na realização das montagens ilustradas ao longo do capítulo:

- flor com pétalas brancas, com pecíolo mergulhado em corante alimentício, como a anilina, para demonstrar a condução de água pelos vasos lenhosos (p. 128);

- › folhas ensacadas para demonstrar transpiração foliar (p. 130);
- › planta dentro de caixa com apenas um orifício para entrada de luz, para demonstrar o fototropismo (p. 132);
- › vaso de planta posicionado na horizontal durante alguns dias, para observação do geotropismo positivo da raiz (p. 135).

É essencial, no entanto, o planejamento com antecedência dessas atividades práticas, pois os resultados não são instantâneos. Nos dois primeiros casos, os resultados costumam ser visíveis após três dias da montagem; no último caso, dependendo da planta, o resultado será visível em cerca de dez dias.

As atividades práticas deixam de configurar meros protocolos a serem seguidos quando os alunos são convidados a fazer questionamentos, fazer previsões de resultados e hipóteses explicativas. Havendo condições, os alunos também podem planejar e executar experimentos a partir de seus questionamentos.

## Sugestões de atividades complementares

### Página 128

#### Entrevista com florista e/ou jardineiro(a)

Com os professores de Língua Portuguesa, proponha aos alunos que entrevistem uma pessoa que trabalha com flores (florista e/ou jardineiro), a fim de que ela conte como é sua profissão, incluindo as dificuldades, o que seria prazeroso, e, se possível, alguns cuidados necessários com as plantas. Os alunos deverão produzir um texto relatando os conhecimentos que desenvolveram a partir das entrevistas.

Esta atividade possibilita que os alunos comparem o que estão aprendendo nesta unidade com os conhecimentos da(o) florista, os quais abrangem saberes botânicos e outros, como estéticos, paisagísticos e econômicos. Além disso, será uma ótima oportunidade para que os alunos exercitem a escuta e expressem o que compreenderam na forma de texto.

### Página 137

#### Estudos envolvendo Fisiologia vegetal e Física

Os estudos de Fisiologia vegetal possibilitam diversos diálogos interdisciplinares com Física. Por exemplo, a partir do texto da seção *Vamos criticar o que estudamos?*, que explica por que as folhas são verdes, o professor de Física pode complementar os conceitos relacionados à reflexão da luz, ao espectro eletromagnético e às cores.

O estudo do transporte da seiva bruta, que envolve fenômenos como capilaridade, coesão de moléculas de água e tensão no interior dos vasos lenhosos gerada pela transpiração foliar, é outro exemplo de diálogo interdisciplinar com Física e Química.

Outro projeto unindo Física e Biologia poderia partir de uma pergunta do tipo: como seria o desenvolvimento da raiz de uma planta se a gravidade fosse semelhante à da superfície da Lua, considerando as outras condições como ideais para o desenvolvimento da planta? Ao mesmo tempo em que estudam o fenômeno do geotropismo, os alunos podem aprender a respeito da força gravitacional. Veja informações na página a seguir.

## Temas abordados: comentários e aprofundamentos

### Página 129



#### ATIVIDADE PRÁTICA

### O que conduz a seiva em direção às folhas?

#### Resultado esperado

Veja na foto a seguir o resultado esperado, observado após cerca de 2 horas da montagem, em um dia seco e quente.



Fotos: Thiago Oliveira/Acervo do fotógrafo

#### Indo além

Os alunos poderão montar diversos modelos para tentar explicar o transporte de seiva bruta, com base em seus conhecimentos prévios.

A condução da seiva bruta ocorre sob influência de diversos fatores: a capilaridade, a pressão positiva da raiz e a coesão-tensão entre as moléculas de água.

Esses fatores são comentados, de modo simplificado, no texto: “Um modelo físico para entender um fenômeno fisiológico”, na seção *Leitura* (página 138).





## ATIVIDADE PRÁTICA

### Qual é a influência da gravidade da Terra no crescimento da raiz?

#### Resultado esperado

Espera-se que a radícula cresça em direção ao chão, independentemente da posição do hilo, pelo qual a raiz emerge. Isso acontece por causa do geotropismo positivo da raiz. Neste momento, os alunos podem elaborar suas hipóteses a respeito das causas desse fenômeno. A explicação do geotropismo, relacionada à concentração de auxina na raiz, será estudada logo em seguida.

#### Indo além

##### › O que é a gravidade da Terra?

A gravidade da Terra é a força de atração gravitacional que o planeta exerce sobre os corpos, como efeito de sua massa. Ela se expressa como uma força de direção vertical em relação a uma superfície e com sentido para baixo, ou seja, para o centro do planeta.

Qualquer corpo possui massa e, portanto, exerce atração gravitacional sobre outros corpos. No entanto, a relação de escala entre a massa da Terra e a de um corpo como o organismo humano ou uma planta torna a gravidade do planeta atuante e a gravidade exercida pelos pequenos corpos insignificante.

##### › Se o teste fosse realizado em ambiente com gravidade zero, o que você esperaria observar como resultado? Por quê?

A condição de microgravidade, em que há uma aparente ausência de força gravitacional, é chamada de "gravidade zero". Nessa condição, não se espera observar o geotropismo positivo de raízes. É a força gravitacional que determina a distribuição desigual de auxina nas raízes e resulta no crescimento radicular voltado para o centro da Terra, caracterizando o geotropismo positivo.

Em 2006, Marcos Pontes, o primeiro astronauta brasileiro, embarcou para a Estação Espacial Internacional levando alguns experimentos para serem conduzidos em situação de microgravidade. Entre os experimentos, havia um desenvolvido por alunos e professores da rede municipal de ensino de São José dos Campos (SP), para verificação do desenvolvimento de raízes em sementes de feijão no espaço.

As sementes, fixadas em papel umedecido e acondicionadas dentro de sacos plásticos, ger-

minaram dentro da Estação Espacial e foram observadas durante 7 dias, sempre no mesmo horário. Uma montagem semelhante foi feita pelos alunos, na escola. As duas montagens – a da Terra e a do espaço – receberam condições semelhantes de água e luz. O resultado obtido mostrou que as sementes que germinaram na escola apresentaram radículas voltadas para baixo, com geotropismo positivo, enquanto as sementes que germinaram em ambiente com microgravidade não apresentaram uma direção única de crescimento.

Fonte:

SAETA, E. M. K. F. Experimentos educacionais em microgravidade na Estação Espacial Internacional – Germinação de sementes de feijão. In: *Ciências volume 12: Astronáutica*. Brasília: MEC, SEB; MCT; AEB, 2009, p. 461-470 (Coleção Explorando o ensino). Disponível em: <[http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com\\_docman&view=download&alias=4233-colecaoexplorandoensino-vol12&category\\_slug=marco-2010-pdf&Itemid=30192](http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com_docman&view=download&alias=4233-colecaoexplorandoensino-vol12&category_slug=marco-2010-pdf&Itemid=30192)>. Acesso em: 26 maio 2016.

## Leitura

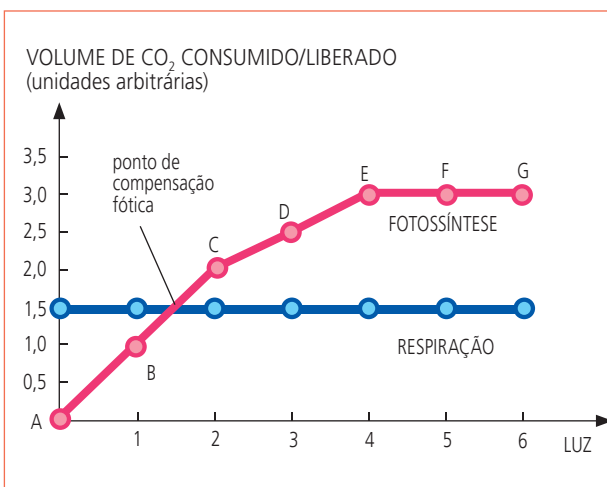
### 3) Aplicações de hormônios vegetais na agricultura

a) Na variedade laranja-da-baía, os ovários da flor apresentam elevada concentração de auxina e os frutos se desenvolvem sem a necessidade de fecundação, semelhante ao que ocorre nas bananeiras. O cultivo da laranja-da-baía ou laranja-de-umbigo é feito principalmente por enxertia. O enxerto consiste, resumidamente, em colocar uma gema de uma planta no "porta-enxerto", que é a planta-matriz. Surge então a copa da nova planta.

## Respostas às atividades

### Trabalhando com gráficos

#### 6. Veja a seguir modelo do gráfico:



## UNIDADE 3

### Biodiversidade III: Animais

**CAPÍTULO 9** – Introdução ao Reino Animal; poríferos e cnidários

**CAPÍTULO 10** – Platelminintos e nematódeos

**CAPÍTULO 11** – Moluscos e anelídeos

**CAPÍTULO 12** – Artrópodes

**CAPÍTULO 13** – Equinodermos; introdução ao filo dos cordados

**CAPÍTULO 14** – Peixes e anfíbios

**CAPÍTULO 15** – Répteis

**CAPÍTULO 16** – Aves e mamíferos

#### Objetivos gerais da unidade

Os alunos conhecerão mais a respeito da diversidade de animais, iniciando pela apresentação das características gerais do reino. Como amostra de tal diversidade, são estudados nove filos, ao longo dos capítulos desta unidade. É importante comentar com os alunos que existem muitos outros grupos animais que não são estudados no Ensino Médio.

Nesta unidade, cada filo é estudado segundo suas principais classes. No entanto, o enfoque dos capítulos segue a mesma orientação adotada nas unidades anteriores: o estudo dos grupos animais não é centrado na taxonomia ou na apresentação da terminologia. O grupo dos peixes, por exemplo, não corresponde a uma categoria taxonômica, mas, por se tratar de um termo consagrado pelo uso popular, optamos por apresentar os “peixes” em um capítulo e, a partir daí, mostrar aos alunos a diversidade e a organização desses animais em grupos taxonômicos de acordo com propostas da sistemática filogenética.

Conhecer os termos próprios da Biologia é importante, mas procuramos apresentar esses termos de forma integrada à compreensão das características dos animais, para que o estudo não se limite à memorização de nomes. Nessa tarefa, você terá oportunidade de fazer referência à etimologia. Ao conhecer a origem e o significado de uma palavra, a associação dessa palavra ao conceito passa a ter sentido.

O estudo dos seres vivos pode se tornar mais interessante com a observação de animais e de seu

comportamento. Se existirem condições, procure organizar uma aula diferente: uma visita a museus de Zoologia, aquários ou zoológicos da região. A organização de uma atividade fora da escola deve contar com o envolvimento da coordenação e direção da escola, dos alunos e de seus responsáveis e, por isso, exige planejamento com bastante antecedência. É importante visitar previamente o local escolhido, conhecer seus recursos e, a partir daí, elaborar um roteiro de observação para os alunos. Com esse roteiro, as informações coletadas pelos alunos durante a atividade poderão ser resgatadas, utilizadas e aprofundadas ao longo das aulas sobre os grupos animais. Documentários sobre animais também são uma opção interessante para trabalho em sala de aula.

#### Abertura da unidade

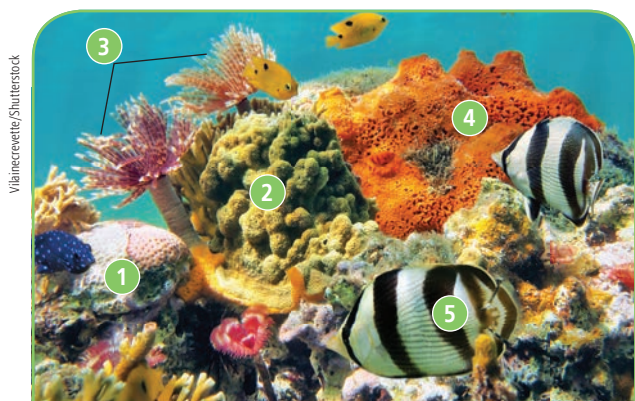


A terceira unidade deste livro inicia-se com a fotografia de uma paisagem submarina: um recife de coral, em que se observam poríferos, cnidários, anelídeos e peixes. Muitas pessoas não associam organismos como os poríferos e os corais ao Reino Animal, principalmente

por serem sésseis. Pergunte aos alunos quantos animais eles conseguem distinguir na imagem, o que lhe permitirá ter acesso a conhecimentos prévios dos estudantes em relação a esses animais. Seguem algumas sugestões de questões para promover essa conversa inicial:

- › Quantos tipos diferentes de animais você identifica nesta foto?
- › Sabendo que todos os organismos mostrados nesta foto são animais, o que eles possuem em comum?
- › De que forma os animais como as esponjas se reproduzem?

Veja a seguir a identificação de alguns organismos presentes na imagem, feita em um recife de coral no mar de Cozumel, México:



- 1 Coral-pétreo: a foto evidencia o exoesqueleto calcário da colônia de cnidários da classe dos antozoários (uma parte está recoberta por uma esponja incrustante rosa).
- 2 Esponja-do-mar (porífero) que possui a base incrustada e cones rígidos.
- 3 Sabelídeos: anelídeos sedentários do grupo dos poliquetos, que possuem a região cefálica modificada em tentáculos e vivem fixos por um tubo calcário.
- 4 Esponja-do-mar (porífero): espécie incrustante.
- 5 Peixe-borboleta-listrado (*Chaetodon striatus*): peixe ósseo que vive em recifes da região do Caribe, em águas rasas (até 50 m de profundidade), alimentando-se de pólipos de corais, poliquetos e ovos de moluscos.

Uma curiosidade a respeito do peixe-borboleta-listrado é que ele geralmente vive aos pares e é monogâmico.

Os peixes amarelos com manchas pretas, também presentes na foto, são de outra espécie de peixe-borboleta. Típicos dos recifes de coral, eles são cobijados por sua beleza para aquários. A captura excessiva desses e outros peixes coloridos de recifes tem levado a um desequilíbrio constatado na região do Caribe, segundo indicado por estudos recentes.

Peixes-borboleta estão entre os principais predadores de esponjas incrustantes que crescem sobre corais, e mantêm as populações de poríferos sob controle.

Com o declínio nas populações desses peixes, o crescimento de esponjas-do-mar sobre corais tem se intensificado e prejudicado a sobrevivência desses organismos, que são os construtores da estrutura dos recifes de coral (NATIONAL SCIENCE FOUNDATION, 2014).

Outra possibilidade para explorar a fotografia é conversar com os alunos a respeito da devastação dos recifes de coral nos oceanos causada por alterações na temperatura das águas e poluição. Este fato tem sido observado no litoral brasileiro (MIGOTTO, 2008). Com a morte dos corais, muitas outras espécies marinhas estão ameaçadas, pois, para sobreviver, dependem dos corais ou dos organismos que ali se abrigam. A conservação desses ambientes marinhos depende de ações e reflexões sobre como o ser humano interage com o meio, além do conhecimento que se tem das espécies, suas peculiaridades e interações ecológicas. Trata-se de conhecer para preservar.

Além da imagem, algumas perguntas são propostas, não para serem prontamente respondidas, mas para resgatar conhecimentos prévios e despertar a curiosidade dos alunos. Essas questões podem ser retomadas ao longo dos capítulos.

Fontes:

FISHBASE. *Chaetodon striatus*. Disponível em: <<http://www.fishbase.org/summary/3606>>.

MIGOTTO, A. Recifes de coral e "branqueamento". Cebimar-USP. Disponível em: <<http://noticias.cebimar.usp.br/editoria-divulgacao/73-recifes-de-coral-e-branqueamento>>.

NATIONAL SCIENCE FOUNDATION. Overfishing of Caribbean coral reefs favors coral-killing sponges. 24 fev. 2014. Disponível em: <[https://www.nsf.gov/news/news\\_summ.jsp?cntn\\_id=130507](https://www.nsf.gov/news/news_summ.jsp?cntn_id=130507)>.

Acessos em: 21 maio 2016.

## CAPÍTULO 9

### Introdução ao Reino Animal; poríferos e cnidários

#### Comentários gerais

O estudo do Reino Animal é iniciado com a apresentação geral das características que definem esse agrupamento, lembrando-se da importância da embriologia na compreensão das relações evolutivas entre os diferentes filos.

É enorme a diversidade do grupo. Restringimos a análise a apenas 9 dos cerca de 35 filos que compõem o reino. As relações evolutivas entre esses filos foram apresentadas de acordo com uma das hipóteses de relação de parentesco, mas é importante ressaltar para os alunos que essa não é a única. Existem outras, mas optamos por essa por ser uma das hipóteses mais aceitas pela comunidade científica.

Após a introdução ao Reino Animal, propomos o estudo de dois filos: Porifera e Cnidaria, abordando as adaptações desses organismos ao meio e às características que definem esses agrupamentos.



## Reflexões sobre o ensino de Biologia

### Página 144

#### O comportamento animal como enfoque no ensino

A Etologia é a área científica que estuda o comportamento animal, que envolve a compreensão integrada de características morfológicas, fisiológicas, genéticas e ecológicas relacionadas a um organismo (ou a uma espécie). Vamos utilizar, como definição, que comportamento animal é “todo e qualquer ato executado por um animal, perceptível ou não ao universo sensorial humano” (DEL-CLARO; PREZOTO, 2003 apud FARIAS et al., 2012).

Temas de Etologia estão presentes no curso de Biologia do Ensino Médio. Nesta coleção, o comportamento animal é abordado em todos os livros, quando se trata dos princípios de ecologia (volume 1), da diversidade de grupos animais (volume 2) e da evolução biológica (volume 3). Os alunos encontrarão exemplos de comportamento alimentar e reprodutivo, competição por recursos (alimentos, fêmeas, territórios), o cuidado parental, diversas formas de comunicação entre membros de uma população, meios de locomoção, migração, mecanismos de defesa e estruturas sociais.

Este capítulo inicia uma unidade dedicada à Zoologia, tornando-se um momento propício para inserir o enfoque do comportamento animal (FARIAS et al., 2012). Pela curiosidade que o enfoque desperta e pelo convívio que todos têm com animais, é possível desse modo promover uma aprendizagem ligada ao cotidiano, mais significativa e menos centrada em taxonomia, evitando-se restringir o ensino de Zoologia a uma lista de características que define cada grupo.

Nesse sentido, a partir desse capítulo, o aluno vai encontrar muitos exemplos e imagens que podem gerar conversas e pesquisas a respeito de comportamento animal. Veja:

O estudo do comportamento animal pode ser utilizado como subsídio para explicar os mais diversos conteúdos de Biologia. Observar e buscar compreender o comportamento dos animais pode instigar a curiosidade dos alunos sobre os mecanismos e adaptações envolvidos nos diferentes comportamentos que os animais apresentam. Após essa visão, é possível compreender como os animais utilizam e convivem em seu meio e como necessitam do meio para sobreviver. Esses conhecimentos podem ser utilizados para os estudos de preservação e conservação dos animais (FARIAS et al., 2012, p. 381).

Perceba que, por meio da análise do comportamento animal, os alunos poderão relacionar temas de ecologia e evolução, construindo uma percepção mais abrangente dos fenômenos biológicos (BESSA;

ARNT, 2011). Vejamos um exemplo: o fato de muitos animais apresentarem estratégias de cuidado parental é uma evidência de que, ao longo de sua evolução, esses animais coexistiram com espécies predadoras. Outro exemplo é o dos vermes parasitas: as características de cada espécie e seu ciclo de vida estão interligados com as características dos hospedeiros, em uma evidência de coevolução.

A relação entre as características de um grupo animal e o ambiente onde vivem é também percebida por meio do estudo do comportamento animal. Essa percepção deixará evidente aos alunos que a sobrevivência das espécies está condicionada à conservação dos ambientes.

Este enfoque pode ser mantido no estudo de um dos temas do volume 3, quando se aborda a espécie humana. Sugerimos para seu aprofundamento o vídeo “Herança de comportamento”, da revista *Ciência Hoje*, disponível na internet (veja [link](#) a seguir).

O livro de Bessa e Arnt (org., 2011) possui sugestões para a abordagem do comportamento animal na escola.

Fontes:

BESSA, E.; ARNT, A. *Comportamento animal: teoria e prática pedagógica*. Porto Alegre: Mediação, 2011.

CIÊNCIA HOJE. Herança de comportamento. CHats de ciência. Disponível em: <[http://www.cienciahoje.org.br/multimedia/video/id/77/n/chats\\_de\\_ciencia\\_-\\_heranca\\_de\\_comportamento](http://www.cienciahoje.org.br/multimedia/video/id/77/n/chats_de_ciencia_-_heranca_de_comportamento)>. Acesso em: 21 maio 2016.

FARIAS, J. G.; BESSA, E.; ARNT, A. M. Comportamento animal no ensino de Biologia: possibilidades e alternativas a partir da análise de livros didáticos de Ensino Médio. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, v. 11, n. 2, 2012, p. 365-384. Disponível em: <[http://reec.uvigo.es/volumenes/volumen11/REEC\\_11\\_2\\_6\\_ex559.pdf](http://reec.uvigo.es/volumenes/volumen11/REEC_11_2_6_ex559.pdf)>. Acesso em: 21 maio 2016.

## Sugestões de atividades complementares

### Página 146

#### Estudo do meio na praia

Como já comentamos neste Manual, as atividades de estudo do meio exigem planejamento cuidadoso, envolvendo a direção da escola e o consentimento das famílias dos alunos, mas constituem um interessante recurso didático para todos os níveis de ensino. Considerando o ensino de Biologia no Ensino Médio, uma atividade como esta pode estimular e sensibilizar os alunos de uma forma intensa e imediata.

Para a visita a uma praia, escolha previamente o local e analise-o pessoalmente, detectando lugares que podem ser perigosos e devem ser evitados. Liste os aspectos interessantes que podem ser observados e trabalhados com os alunos. É importante também verificar qual é a estrutura do local em termos de sanitários, assistência médica etc. Todos os detalhes devem ser planejados em conjunto com a direção da escola, a fim de garantir a segurança dos alunos.

A atividade deve ser planejada para um horário em que a maré esteja baixa. Previsões sobre os níveis de maré podem ser consultadas em jornais. Com a maré baixa, é possível ver diversos organismos da região entremarés, sem a necessidade de entrar na água.

Segundo Migotto e Blauth, o(a) professor(a) deve confiar na observação e na criatividade de seus alunos. Deve-se reservar um momento inicial para que os alunos se acostumem ao novo ambiente e relaxem, dando à excursão um clima de liberdade. O estudo pode ser desenvolvido a partir da vivência de cada aluno, acompanhado pelo professor. Discutir antecipadamente em sala de aula quais são os objetivos e os procedimentos que serão realizados em campo pode ser uma boa forma de aumentar o foco e a participação dos alunos durante o estudo do meio.

Como resultado, espera-se obter uma variedade de dados que pode ser revista em sala de aula, servindo de ponto de partida para estudos mais aprofundados.

Um aspecto importante é o conservacionista: não coletar organismos vivos e não deixar resíduos na praia.

Santos, Pinheiro e Razera (2012) também afirmam as vantagens de um estudo do meio como forma de promover a aprendizagem significativa. Observando o ambiente onde determinados organismos vivem, a relação entre suas características morfológicas, fisiológicas e ecológicas com os fatores ambientais se torna muito evidente. Esses autores sugerem a análise de fragmentos de poríferos coletados na areia da praia, trazidos pelas ondas, em regiões de espongiofauna no litoral brasileiro – eles realizaram uma atividade no litoral Sul da Bahia.

Segundo esses autores, o estudo do meio com foco nos poríferos contribui para a valorização de um grupo animal que geralmente não é destacado no ensino, pelo desconhecimento de sua importância ecológica e até econômica (como produtores de compostos de potencial farmacêutico).

Fontes:

MIGOTTO, A. E.; BLAUTH, P. R. Excursão à praia: passeio ou aula? Dicas para uma excursão bem-sucedida. Centro de Biologia Marinha da Universidade de São Paulo. Disponível em: <<http://noticias.cebimar.usp.br/artigos/75-excursao-a-praia-passeio-ou-aula>>.

SANTOS, G. J. G.; PINHEIRO, U. S.; RAZERA, J. C. C. Ensino do Filo Porifera em região de espongiofauna: o ambiente imediato em aulas de Ciências. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, v. 12, n. 3, 2012, p. 193-205. Disponível em: <<http://revistas.if.usp.br/rbpec/article/viewFile/371/323>>.

Acessos em: 21 maio 2016.

## Página 156

### Reflexão sobre turismo ecológico e sustentável

Esta atividade pode ser realizada com a coorientação dos professores de Geografia. O turismo é uma atividade econômica importante para muitas regiões do Brasil. O “ecoturismo”, ou turismo ecológico, propõe a visita a áreas naturais preservadas. Atualmente, o conceito foi ampliado para turismo sustentável, no qual as práticas de turismo são conservacionistas em

relação ao meio ambiente e consideram também condições justas de trabalho para as pessoas envolvidas.

Como este capítulo trata de dois filos de animais aquáticos, propomos que a discussão a respeito do turismo sustentável envolva as praias e os rios brasileiros. Os alunos podem pesquisar a respeito dos efeitos do turismo no equilíbrio de ecossistemas onde vivem poríferos e cnidários no Brasil. As atividades de pesca, mergulho e navegação com embarcações (como *jet ski*) perturbam os animais marinhos e podem causar a morte de muitos deles. O lixo deixado nas margens e a poluição da água também afetam os seres aquáticos, por alterar as condições do meio.

Em um segundo momento, os alunos deverão propor ações que evitem os possíveis desequilíbrios ambientais.

Fonte:

FERREIRA, C. A. Turismo sustentável. *O Eco Reportagens*. 27 ago. 2004. Disponível em: <[http://www.oeco.org.br/reportagens/805-oeco\\_10083](http://www.oeco.org.br/reportagens/805-oeco_10083)>. Acesso em: 28 abr. 2016.

## Temas abordados: comentários e aprofundamentos

### Página 146

#### Parazoários: a antiga classificação dos poríferos

As esponjas são os animais de estrutura mais simples existentes. Suas células mantêm uma individualidade relativamente acentuada, não se organizando em tecidos e, conseqüentemente, em órgãos e sistemas.

Dessa forma, por muito tempo houve dificuldade em definir se a esponja era um ser multicelular ou uma colônia bastante desenvolvida de seres unicelulares.

Na época em que os animais eram classificados em unicelulares (protozoários) e multicelulares (metazoários), as esponjas ocupavam uma posição discutível, chegando-se a propor o termo “parazoários” para elas, significando estarem elas “ao lado” dos demais grupos animais.

Atualmente, o maior conhecimento a respeito da estrutura e do desenvolvimento das esponjas sugere sua classificação dentro do Reino Animal – que não abriga mais seres unicelulares.

A proposta de classificação dos seres vivos de Lynn Margulis e Karlene Schwartz (2001) define 37 filos animais, agrupados em dois sub-reinos: Parazoa e Metazoa.

Em Parazoa estão agrupados dois filos: Porifera e Placozoa. Esses dois filos são formados por animais aquáticos cujo corpo não se organiza em tecidos. O filo Placozoa contém uma espécie conhecida: um pequeno animal marinho de corpo achatado, assimétrico, que desliza sobre material orgânico, secreta enzimas digestivas e absorve os nutrientes (HICKMAN et al., 2011).

Fontes:

MARGULIS, L.; SCHWARTZ, K. V. *Cinco reinos: um guia ilustrado dos filos da vida na Terra*. 3. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2001.

HICKMAN Jr., C. P. et al. *Integrated principles of Zoology*. 15 ed. New York: McGraw-Hill, 2011.

## Página 149

### Cnidários ou celenterados?

É possível encontrar textos que utilizam o termo celenterado usado como sinônimo de cnidário. De fato, todo cnidário é um celenterado, mas nem todo celenterado é um cnidário!

O termo celenterado não possui significado taxonômico e designa o conjunto formado por dois filos: o dos cnidários e o dos ctenóforos. Estes possuem semelhanças com as águas-vivas, são todos marinhos e representados por algumas dezenas de espécies. Na história evolutiva dos grupos animais atuais, esses dois filos são os primeiros a apresentar uma cavidade digestiva, o celenteron. Essa característica originou o termo celenterado: animal que possui celenteron.



AGE Fotostock/Grupo Keystone

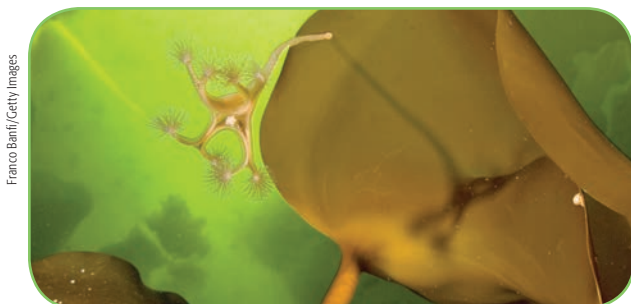
Um ctenóforo. O corpo mede cerca de 15 cm de comprimento (sem considerar os tentáculos).

## Página 154

### Classes de cnidários

Algumas propostas recentes de classificação do Filo Cnidaria têm considerado cinco classes: Hydrozoa, Cubozoa, Scyphozoa, Anthozoa e Staurozoa.

O filo Staurozoa é formado por cnidários que não possuem formas medusoides, apenas pólipos, que se reproduzem sexuadamente. A partir da região oral, possuem oito “braços” e, na extremidade de cada um deles, há pequenos tentáculos. Vivem no fundo do mar, fixos a rochas ou macroalgas. Em classificações mais tradicionais, esse grupo pertence ao filo Scyphozoa.



Franco Barbi/Getty Images

Um indivíduo do grupo Staurozoa, fixo a uma alga parda. Ele mede cerca de 3 cm de comprimento.

Fonte:  
HICKMAN Jr., C. P. et al. *Integrated principles of Zoology*. 15 ed. New York: McGraw-Hill, 2011, p. 263.

## Página 155

### Vamos criticar o que estudamos?

#### Quantas são as classes de cnidários?

O texto menciona, além da classificação dos cnidários, os acidentes com banhistas envolvendo esses animais. Além de cnidários, existem poríferos que também causam reações na pele de pessoas que entram em contato com eles.

Uma sugestão é que os alunos realizem uma pesquisa sobre o tema, consultando livros, revistas e sites de divulgação científica. Com os dados da pesquisa, eles podem se reunir em grupos e elaborar cartazes contendo as informações que consideram mais importantes e curiosas. Cada grupo pode apresentar seu cartaz e o tema pode ser discutido por toda a turma.

Seguem alguns subsídios sobre acidentes envolvendo poríferos e cnidários. Veja mais informações no site do Centro de Biologia Marinha da Universidade de São Paulo (Cebimar-USP), citado adiante.

A esponja da espécie *Tedania ignis* apresenta forte cor laranja e é comum na costa brasileira. Pode ficar exposta ao ar nas marés baixas. Produz uma toxina que pode causar fortes reações na pele (dermatites) se a esponja for manuseada sem luvas.

O contato com esponjas marinhas pode levar à formação de eczema e a dor é moderada. Recomenda-se em todos os casos lavar o local com água e procurar atendimento médico.

O contato com os tentáculos das águas-vivas das espécies *Tamoya haplonema* e *Chiropsalmus quadrumanus* e da caravela (colônia de hidrozoários da espécie *Physalia physalis*) geralmente causa o surgimento de placas urticariformes, edema, eritema, vesículas e até necrose. A dor é considerada intensa.

No litoral da Austrália vive uma espécie conhecida como vespa-do-mar (*Chironex fleckeri*), considerada uma das mais perigosas do mundo, pois o contato com seus tentáculos causa graves lesões e pode levar uma pessoa à morte. Os banhistas são alertados por meio de placas nas praias sobre o risco de contato e acidente.

O texto a seguir é composto por trechos de uma reportagem a respeito dos acidentes causados por caravelas no litoral de São Paulo.

#### Acidentes com águas-vivas foram acima do normal

Neste início de verão já foram registrados mais de 900 casos de queimaduras por caravelas [...] em banhistas de Praia Grande e Mongaguá, além de ocorrências esparsas em Peruíbe, Santos, São Vicente e Guarujá, municípios do Litoral Sul do Estado de São Paulo. “Trata-se de um perfil bem acima do que costuma ocorrer na região”, afirma o dermatologista Vidal Haddad Jr., docente da Faculdade de Medicina (FM) campus de Botucatu, especialista em acidentes com animais aquáticos. [...]



Diante do aumento de acidentes na região, a maior preocupação da Secretaria de Saúde foi padronizar o atendimento. “Baseado em meus dez anos de experiência na área, orientamos os banhistas a usar como primeiro socorro compressas de água do mar gelada, que tem efeito analgésico. Banhar o local afetado com vinagre também é útil”, afirma o médico. [...]

Responsáveis por 25% dos acidentes por animais marinhos no Brasil, as caravelas são animais cnidários, ou seja, com tentáculos portadores de pequenas cápsulas na epiderme, [...] que são preenchidas com substâncias venenosas de ação neurotóxica e dermatonecrótica. Ao serem disparadas por contato, essas cápsulas liberam as substâncias, causando dor intensa imediatamente após o contato. Raramente, as substâncias provocam dificuldade para respirar, mal-estar, hipotensão arterial e arritmias cardíacas.

D'AMBROSIO, O. *Notícias do Portal Unesp*, publicado em 04/01/2008. Disponível em: <[www.saopaulo.sp.gov.br/spnoticias/lenoticia.php?id=90846](http://www.saopaulo.sp.gov.br/spnoticias/lenoticia.php?id=90846)>. Acesso em: 28 abr. 2016.

Saiba mais:

Cebimar-USP. Folheto “Animais Marinhos: prevenção de acidentes e primeiros cuidados”. Disponível em: <<http://cebimar.usp.br/index.php/pt/edicoes-do-cebimar.html>>. Acesso em: 21 maio 2016.

## Página 156

### Leitura

#### Arrecifes ou recifes

Apresentamos a seguir subsídios para a discussão sobre o fenômeno do “branqueamento” de corais.

Os recifes de coral apresentam associação com microalgas conhecidas como zooxantelas. Essas algas vivem no interior dos tecidos dos corais construtores dos recifes, realizando fotossíntese e suprimindo grande parte das necessidades nutricionais do hospedeiro. Por sua vez, as zooxantelas sobrevivem utilizando produtos liberados pelo coral, como gás carbônico e compostos nitrogenados.

O branqueamento é um fenômeno aparentemente recente, que tem sido observado em todas as regiões recifais do globo. Trata-se basicamente da “perda” das zooxantelas presentes nos tecidos do coral. Nos corais, a cor advém principalmente dessas algas simbiotes e, com a morte delas, os tecidos dos pólipos de coral ficam praticamente transparentes. Zooxantelas ocorrem também em outros cnidários, como anêmonas-do-mar e medusas, e em outros invertebrados, como ascídias e esponjas, que também podem branquear.

Com a ausência de zooxantelas, os corais ficam sem sua principal fonte de nutrientes, não crescem mais e se tornam vulneráveis à poluição. Colônias branqueadas podem, no entanto, recuperar a cor, dependendo da espécie e do grau de branqueamento.

Antes de 1980, todos os casos de branqueamento conhecidos eram causados por estresses locais, como a ocorrência de recifes atingidos por furacões. Desde então, eventos de branqueamento têm sido mais frequentes e mais intensos no mundo todo. No Brasil, há

pesquisadores que realizam o monitoramento das condições dos corais em diversas regiões do litoral, como os do Projeto Coral Vivo, que produzem mapas e apontam os níveis de alerta. Esses níveis flutuam diariamente e têm relação com a temperatura do mar, obtida por satélite; quando se atinge o alerta máximo (nível 4), o branqueamento de corais é praticamente certo. Em 2015, as regiões do Sul da Bahia e Búzios (RJ) estavam em alerta 2.

Os estímulos que induzem ao branqueamento podem ser:

- temperatura anormalmente alta ou baixa: muitos pesquisadores acreditam que os recifes de coral atuam como indicadores do aquecimento global, através do branqueamento maciço;
- níveis baixos de radiação solar: a claridade da água pode ser afetada por sedimentos em suspensão ou pelo aumento de produtividade. Como as “algas” simbiotes necessitam de luz para a fotossíntese, podem morrer e comprometer a sobrevivência do coral;
- altos níveis de radiação UV: a radiação ultravioleta é capaz de danificar o material genético de todos os organismos; em condições experimentais, causa branqueamento em corais;
- poluição: regiões poluídas apresentam aumento da densidade de organismos planctônicos, que reduzem os níveis de radiação solar na água, e há proliferação de organismos que se fixam nos corais e promovem sua erosão.

Fontes:

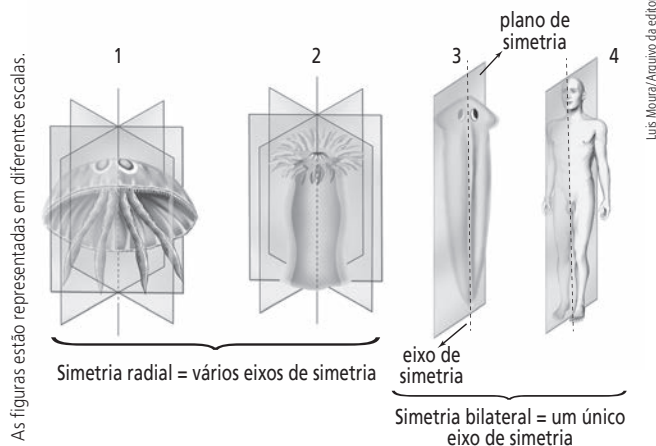
MIGOTTO, A. E. Recifes de coral e “branqueamento”. Centro de Biologia Marinha da Universidade de São Paulo (Cebimar/USP). Disponível em: <<http://noticias.cebimar.usp.br/editoria-divulgacao/73-recifes-de-coral-e-branqueamento>>. Acesso em: 21 maio 2016.

Projeto Coral Vivo. Disponível em: <<http://coralvivo.org.br/>>. Acesso em: 27 maio 2016.

## Respostas às atividades

### Revedo e aplicando conceitos

1. Veja as possibilidades de eixos e planos de simetria na figura a seguir.



2. Poríferos são animais filtradores, que capturam partículas em suspensão na água com os coanócitos. Essas células possuem uma região, o colarinho, na qual o alimento fica retido. A digestão intracelular pode ocorrer nos coanócitos ou eles transferem o alimento para ser digerido em outras células do corpo, que realizam digestão intracelular.

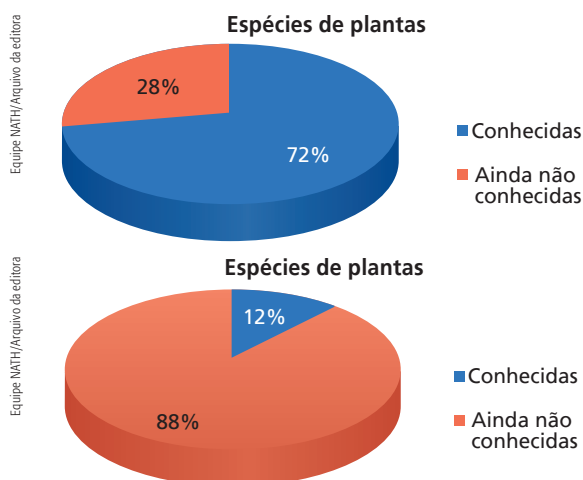
Os cnidários são predadores e se alimentam de componentes do plâncton e até de pequenos peixes, dependendo do seu tamanho.

Os tentáculos capturam as presas, que sofrem a ação de toxinas produzidas e liberadas pelos cnidócitos. Ao entrar pela boca, o alimento é parcialmente digerido na cavidade gastrovascular e, então, distribuído para as células do corpo. Os cnidários apresentam, portanto, digestão parcialmente extracelular, além da digestão intracelular.

3. b) A esponja-do-mar descrita na reportagem apresenta espículas de sílica em sua sustentação, o que certamente lhe confere aspereza e rigidez. As esponjas naturais usadas para banho (uma prática em desuso, por ameaçar o equilíbrio de ecossistemas marinhos) possuem esqueleto composto principalmente de espongina, e não de espículas calcárias ou silicosas.

### Trabalhando com gráficos

5. a) Veja os gráficos baseados nos dados do enunciado:



5. b) Para analisar as características de organismos procariontes, que pertencem ao reino Monera, são necessários equipamentos e procedimentos especiais (microscópios, colorações, análise molecular etc.). Os principais critérios usados na classificação são a partir da composição química das paredes celulares e do sequenciamento do DNA. No entanto, como ocorre transformação e conjugação entre bactérias, a variabilidade genética é muito grande e torna-se difícil aplicar os mesmos parâmetros de definição de espécies usados em organismos como plantas e animais.

### Ciência, Tecnologia e Sociedade

7. d) Como a questão pede a elaboração de uma "campanha publicitária", os alunos podem analisar alguns

veículos de propaganda antes de iniciarem o trabalho: anúncios em revistas ou jornais, comerciais de televisão ou rádio, cartazes expostos em lojas, entre outros. O grupo, preferencialmente pequeno (duplas e trios), deve escolher a forma de propaganda que quer utilizar. A partir disso, devem empregar seus conhecimentos sobre os poríferos para produzir a "campanha". Nessa tarefa, os alunos vão precisar produzir textos breves, conceitualmente corretos e, ao mesmo tempo, criativos e atraentes. Podem usar também imagens e sons para complementar a "campanha". Durante o processo, será possível avaliar quais conceitos trabalhados neste capítulo precisam ser revistos ou esclarecidos.

### Questões do Enem e de vestibulares

8. b) A digestão nos cnidários é parcialmente extracelular, pois o alimento começa a ser digerido por enzimas na cavidade gastrovascular. Partículas de alimento entram então nas células do corpo, onde sofrem digestão intracelular.

10. a) A proposta não fere os critérios gerais de classificação biológica de Lineu, pois a nova classe (Stau-rozoa) estaria dentro do filo Cnidaria, subdividida em ordens. A hierarquia das categorias de classificação está mantida: filo – classe – ordem (do mais abrangente para o mais restrito).

## CAPÍTULO 10

### Platelmintos e nematódeos

#### Comentários gerais

Conceitos de embriologia animal são essenciais para que os alunos compreendam a história evolutiva desses grupos: ambos descendem de linhagens primitivas triblásticas, sendo que os platelmintos são acelomados e os nematódeos apresentam pseudoceloma. Com três folhetos embrionários, possuem um tubo digestório originário da endoderme e um cordão nervoso que se forma a partir de células da ectoderme. Nesses animais, observa-se cefalização, o que significa uma forma diferente de perceber estímulos ambientais, em comparação com os poríferos e com os cnidários.

Além da caracterização geral de cada filo, o capítulo apresenta os ciclos reprodutivos dos principais helmintos parasitas que ocorrem no Brasil, visando à compreensão da importância do saneamento básico e das condutas de higiene na prevenção de doenças. No entanto, deve-se enfatizar aos alunos que nos filios dos platelmintos e dos nematódeos existem classes formadas por vermes de vida livre. Nas páginas iniciais, há fotografias que mostram vermes de vida livre: uma planária aquática e um nematódeo (p. 160).

A utilização do termo "asquelmintos", ainda muito utilizado como sinônimo de nematódeos, mas sem significado taxonômico, é discutida na seção *Vamos criticar o que estudamos?* (p. 173).

## Sugestões de atividades complementares

### Página 163

#### Pesquisa: A origem dos parasitas humanos

Sugerimos esse interessante tema para pesquisa, que permite uma abordagem evolutiva do estudo das verminoses.

Uma possibilidade é utilizar o texto a seguir como introdução ao tema. Os alunos podem se organizar em equipes e fazer uma leitura do texto, acompanhada de questões para orientar uma leitura mais cuidadosa.

#### Você já ouviu falar em paleoparasitologia?

O parasitismo parece existir desde a origem da vida na Terra. O estudo dos parasitas que afetam o organismo humano e de sua relação com inúmeras doenças já tem alguns séculos, mas foi ampliado, há pouco mais de 80 anos, pela busca de vestígios de parasitismo em antigos vestígios de seres humanos, como tecidos mumificados, ossos e fezes fossilizadas. Esse campo de pesquisa é chamado paleoparasitologia. Utilizando técnicas de biologia molecular, podem ser detectados resíduos de DNA de parasitas em materiais arqueológicos, gerando informações que podem ajudar a compreender muitos aspectos da evolução biológica e social do ser humano.

Segundo alguns estudiosos, o ser humano pré-histórico deve ter percebido a presença de lombrigas (*Ascaris lumbricoides*) ou os segmentos corporais de solitárias (*Taenia saginata* ou *Taenia solium*) eliminados em suas fezes, ou ainda os piolhos (*Pediculus humanus*), que há milênios parasitam a nossa espécie. Mas não se pode saber se o ser humano pré-histórico conhecia o significado da presença dos parasitas, ou os entendia como seres vivos.

Em antigos textos médicos há menções a parasitas, a doenças causadas por eles e a seu tratamento. Em registros do Egito antigo (textos e múmias), entre 1250 e 1000 a.C., há evidências de que as pessoas sofriam de esquistossomose (provavelmente causada pela espécie que ocorre na região Norte da África, *Schistosoma haematobium*). O papiro de Ebers, de 1550 a.C., refere-se à presença de sangue na urina, característica típica da doença causada por este parasita. A espécie *Schistosoma haematobium*, diferentemente do *Schistosoma mansoni*, vive nos vasos sanguíneos ligados à bexiga urinária e é lá que as fêmeas liberam seus ovos, causando o rompimento dos vasos.

Adaptado de:  
ARAUJO, A.; FERREIRA, L.F. Dos caçadores de micróbios à paleoparasitologia molecular. *Ciência Hoje*, n. 152, ago. 1999.

### Página 172

#### Pesquisa: Verminose(s) mais frequente(s) na região

Solicite aos alunos que consultem publicações dos órgãos municipais de saúde para saber:

- › principais fatores que levam à contaminação;
- › formas de tratamento;
- › se há campanhas de prevenção no município;
- › relação das doenças com a falta de saneamento básico.

A partir das informações, os alunos podem produzir um relatório, um cartaz informativo ou outras formas de apresentação e exposição do trabalho. É interessante que os alunos divulguem informações à comunidade, auxiliando na prevenção dessa(s) doença(s).

## Temas abordados: comentários e aprofundamentos

### Página 160

#### Um nematelminto importante para a Biologia

O nematódeo mostrado na imagem desta página é da espécie *Caenorhabditis elegans*, um verme encontrado em diversas partes do mundo, com cerca de 1 mm de comprimento, que vive no solo e se alimenta de bactérias ali presentes. A espécie é conhecida dos biólogos em todo o mundo... por quê?

Em 1963, o biólogo norte-americano Sydney Brenner observou que o sucesso de uma pesquisa em Biologia molecular dependia do uso de determinados organismos relativamente simples que possibilitavam a aplicação de protocolos e a observação de resultados em intervalos curtos de tempo. Além disso, com seu metabolismo considerado simples, era possível verificar com maior facilidade o efeito da expressão de genes, de mutações e outros processos, do que seria em organismos com vias metabólicas mais complexas. Brenner definiu então a importância dos modelos de estudo, como a bactéria *Escherichia coli* e a mosca-das-frutas (*Drosophila melanogaster*), já amplamente em uso nos laboratórios. O pesquisador introduziu mais uma espécie como organismo modelo: o verme *C. elegans*, adequado para estudos em biologia do desenvolvimento e neurologia.

A partir desse momento, o verme passou a ser o organismo modelo em inúmeros estudos e, com isso, existe grande conhecimento a respeito de sua biologia, fisiologia e genoma.

Ele é facilmente mantido e reproduzido em laboratório. Em uma placa de cultura, podem viver até 10000 desses vermes, alimentando-se de *Escherichia coli*. Possui 5 pares de autossomos e um par de cromossomos sexuais. Dependendo da herança do par



de cromossomos sexuais, o indivíduo pode ser hermafrodita ou macho. Os vermes hermafroditas realizam fecundação cruzada com qualquer outro indivíduo (macho ou hermafrodita). Em uma única fecundação, formam-se cerca de 300 ovos. Seu ciclo de vida é de 2 a 3 semanas, e em apenas 3 dias um ovo se torna um adulto, passando por estágios larvais.

Por tais características, os organismos dessa espécie favorecem as pesquisas com seleção de genótipos, por exemplo.

Em estudos de citogenética e desenvolvimento, é interessante o fato de *C. elegans* possuir um número fixo de células no corpo: 959 células transparentes, que podem ser facilmente rastreadas ou isoladas por meio de técnicas de laboratório. Em 1998, tornou-se o primeiro organismo multicelular a ter seu genoma decodificado.

Atualmente existem diversas linhagens de *C. elegans* (selvagem e tipos mutantes), sendo fundamentais para o desenvolvimento de conhecimentos básicos em biologia molecular.

Fontes:

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA. O que são organismos modelo. Disponível em: <[http://w3.ufsm.br/labdros/arquivos/organ\\_model.htm](http://w3.ufsm.br/labdros/arquivos/organ_model.htm)>. WORM CLASSROOM. A short history of *C. elegans* research. University of Wisconsin-Madison. Disponível em: <<http://wormclassroom.org/short-history-c-elegans-research>>. Acessos em: 21 maio 2016.

## Página 161

### Turbelários

No livro há um comentário a respeito da revisão taxonômica a que vem sendo submetido o filo dos platelmintos, fato comum aos outros filós do Reino Animal, redefinidos a partir da análise promovida pela sistemática filogenética.

Para o nível médio de ensino consideramos não ser adequado introduzir discussões a respeito da taxonomia dos platelmintos, sendo suficiente saber que o agrupamento adotado no livro, com finalidades didáticas, pode não refletir as mais recentes propostas de classificação feitas pelos especialistas. Seguem algumas informações para sua atualização.

Tradicionalmente, o filo dos platelmintos era organizado em quatro classes: Turbellaria, Trematoda, Monogenea e Cestoda.

A classe Monogenea já foi considerada uma ordem dentro de Trematoda, mas sua posição como uma classe única, de parentesco evolutivo mais próximo com Cestoda, vem sendo confirmada por análises morfológicas e moleculares (HICKMAN et al., 2008, p. 303). Os vermes de Monogenea são todos parasitas, sendo que a maioria das espécies vive em brânquias de peixes.

Segundo Boll et al. (2013), a posição dos táxons do filo Platyhelminthes sempre foi controversa. Desde as primeiras análises filogenéticas, feitas com base

em caracteres morfológicos, há evidências de que “Turbellaria” não seria um grupo natural, ou seja, monofilético (originado de um ancestral comum exclusivo). Estudos mais recentes indicam que os grupos tradicionalmente classificados como turbelários pertencem a um táxon maior, chamado de clado Rhabditophora, do qual fazem parte também os platelmintos das outras classes. O filo dos platelmintos seria formado por esse clado e por um outro, chamado Catenulida, composto por um grupo de pequenos vermes aquáticos cuja origem monofilética vem sendo confirmada em recentes análises.

Fontes:

BOLL, P. K. et al. Platyhelminthes ou apenas semelhantes a Platyhelminthes? Relações filogenéticas dos principais grupos de turbelários. *Neotropical Biology and Conservation*, v. 8, n. 1, jan.-abr. 2013, p. 41-52. Disponível em: <<http://revistas.unisinos.br/index.php/neotropical/article/viewFile/nbc.2013.81.06/1476>>.

HICKMAN, C. P. et al. *Integrated principles of Zoology*. 14. ed. New York: McGraw-Hill, 2008.

## Página 169

### Os principais parasitas transmitidos aos seres humanos pelos alimentos

Em 2014, a Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura (FAO) e a Organização Mundial da Saúde (OMS) divulgaram conjuntamente a lista dos 10 principais parasitas transmitidos por alimentos. São espécies que afetam pessoas de diversas partes do mundo, constituindo um desafio global a sua erradicação. Veja o que é afirmado no site da FAO:

Apesar do enorme custo social e o impacto a nível mundial, existe em geral uma falta de informação sobre de onde vem esses parasitas, como vivem no corpo, e – o mais importante – a maneira como nos deixam doentes. [...]

“Mas levando em consideração – acrescentou [Renate Clarke, da FAO] – os problemas que causam, esses parasitas não recebem a atenção que merecem. Esperamos que ao publicar essa classificação possamos aumentar a conscientização dos responsáveis pelas políticas, os meios de comunicação e o público em geral sobre este importante problema de saúde pública.

Nesse sentido, ganham importância as aulas de Biologia, pois o estudo dos ciclos de vida de hospedeiros como os vermes parasitas possibilitam abordar a profilaxia e as ações para uma vida saudável. Os dados disponibilizados por FAO/OMS podem ser discutidos com os alunos; sugerimos que isso seja feito de forma complementar à atividade de pesquisa sobre as verminoses mais frequentes na região, proposta anteriormente neste manual.

Segue a lista produzida por FAO/OMS, com o nome do parasita e quais alimentos constituem sua forma de contágio:

- › *Taenia solium* (tênia do porco): na carne de porco;
- › *Echinococcus granulosus* (tênia equinococo): em produtos frescos;
- › *Echinococcus multilocularis* (outro tipo de tênia): em produtos frescos;
- › *Toxoplasma gondii* (protozoário): na carne de pequenos ruminantes, de porco, de vaca, de caça (carne vermelha e órgãos);
- › *Cryptosporidium* sp (protozoário): em produtos frescos, suco de fruta, leite;
- › *Entamoeba histolytica* (protozoário): em produtos frescos;
- › *Trichinella spiralis* (verme de porco): na carne de porco;
- › Opisthorchiidae (família de platelmintos): nos peixes de água doce;
- › *Ascaris* sp. (lombrigas intestinais): em produtos frescos;
- › *Trypanosoma cruzi* (protozoário): nos sucos de fruta.

No caso da tênia do porco, a preocupação está não apenas na ocorrência de teníase, mas também da cisticercose, transmitida pelo consumo de verduras e frutas contendo ovos do verme, e que pode ser grave quando atinge o cérebro (neurocisticercose).

No Brasil, o diagnóstico das verminoses que ocorrem no país é notificado ao Ministério da Saúde, o que permite conhecer as regiões mais afetadas e elaborar planos de combate. O saneamento básico, ainda deficiente em muitos locais do país, é o principal fator relacionado às doenças intestinais e outras. Mas qualquer cidadão, em seu dia a dia, deve cultivar hábitos de higiene e informar-se sobre a procedência dos alimentos antes de consumi-los.

Fonte:

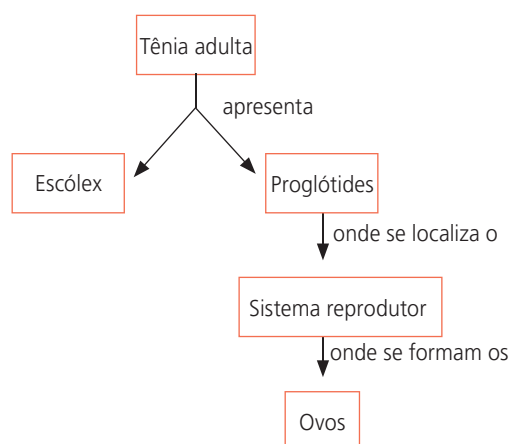
FAO. FAO identifica os dez principais parasitas transmitidos pelos alimentos. 01 jul. 2014. Disponível em: <<https://www.fao.org.br/FAOidppta.asp>>. Acesso em: 21 maio 2016.

## Respostas às atividades

### Revedo e aplicando conceitos

**3. a)** A organização dos conceitos pode variar. É importante verificar se são válidas as relações que o aluno estabeleceu entre os conceitos.

A elaboração do esquema baseia-se, de forma simplificada, nos mapas conceituais, ferramenta de estudo que permite sistematizar o aprendizado pela revisão de conceitos e estabelecimento de relações entre eles. Segue um modelo de esquema:



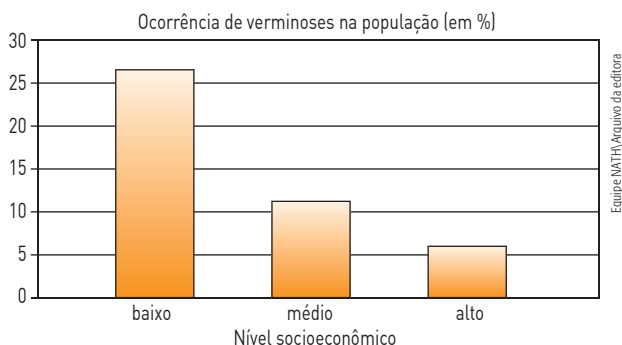
**4.** Tanto a lombriga quanto o ancilóstomo apresentam larvas que migram pelo corpo do hospedeiro, o ser humano, passando por diversos órgãos internos, como fígado, coração, pulmões. Ao atingirem as vias aéreas, são deglutidas e chegam ao intestino, onde tornam-se vermes adultos. As duas espécies de vermes eliminam seus ovos com as fezes do hospedeiro. Uma diferença entre esses dois vermes está na forma de infestação. Os ovos de lombriga são ingeridos, com água ou alimentos contaminados, pelo hospedeiro. Os ovos de ancilóstomo eclodem no solo e penetram ativamente na pele do hospedeiro, atingindo sua circulação sanguínea.

**6.** Tabela comparativa entre poríferos, cnidários, platelmintos e nematódeos:

| Filo         | Simetria  | Folhetos embrionários | Cavidade corporal (celoma) | Sistema digestório            |
|--------------|-----------|-----------------------|----------------------------|-------------------------------|
| Poríferos    | Ausente   | Ausente               | Ausente                    | Ausente (filtração)           |
| Cnidários    | Radial    | Diblástico            | Ausente                    | Cavidade gastrovascular       |
| Platelmintos | Bilateral | Triblástico           | Acelomado                  | Incompleto (ausência de ânus) |
| Nematódeos   | Bilateral | Triblástico           | Pseudocelomado             | Completo (boca + ânus)        |

## Trabalhando com gráficos

**9. a)** O gráfico mais adequado para representar os dados da tabela, referentes à infestação por parasitas intestinais na população estudada, é o histograma (gráfico de barras):



**9. b)** A maior incidência de verminoses intestinais foi observada no grupo socioeconômico classificado como baixo, no qual a porcentagem da população que possui hábitos de higiene e acesso a saneamento (indicado pela água corrente nas pias) é menor do que nos outros grupos. A transmissão de verminoses está relacionada à falta de condições adequadas de saneamento básico e higiene.

**9. c)** A profilaxia da ascaridíase é feita pelo consumo de água filtrada ou fervida, pelo consumo de verduras e frutas bem lavadas, saneamento básico e hábitos de higiene, como lavar as mãos após utilizar o banheiro e antes das refeições. Em regiões em que há rede de esgoto e campanhas de esclarecimento à população, a ocorrência de ascaridíase é menor ou nula.

**9. d)** A falta de saneamento básico, especialmente de redes de tratamento de esgoto, está relacionada à ocorrência de ascaridíase, ancilostomose e esquistossomose na região estudada. Nos três casos, os ovos dos vermes chegam ao ambiente pelas fezes de pessoas com verminose; se existissem condições adequadas de saneamento e higiene, as fezes não contaminariam o solo e fontes de água.

## CAPÍTULO 11

### Moluscos e anelídeos

#### Comentários gerais

Neste capítulo manteve-se o enfoque anatômico e funcional dado aos demais filós e valorizou-se a diversidade dentro dos filós Mollusca e Annelida, especialmente no caso dos moluscos, que correspondem ao segundo maior filo do Reino Animal. Sugerimos que, além de destacar essas informações para os alunos, seja chamada a atenção para a grande variabilidade morfológica entre os moluscos, grupo que inclui desde animais de corpo vermiforme até os maiores

invertebrados conhecidos, como as lulas gigantes que, da mesma forma que as outras lulas, possuem concha interna reduzida. Apesar dessa grande diversidade de formas, existem características comuns a todos eles, que corroboram a classificação de animais tão diferentes dentro de um mesmo filo.

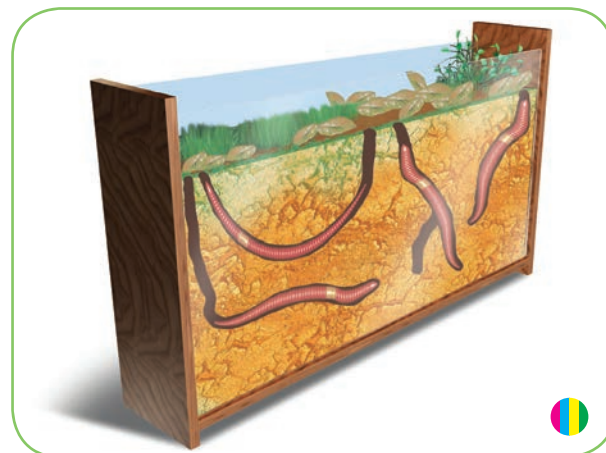
Os anelídeos, com menor número de espécies em relação aos moluscos, incluem representantes muito conhecidos dos alunos, como é o caso das minhocas, e foi nelas que baseamos o estudo das características gerais desse filo. Os demais grupos foram mencionados, procurando mostrar um pouco da diversidade dentro do filo.

## Sugestões de atividades complementares

### Página 185

#### Montagem do minhocário

No laboratório de Ciências da escola, é possível montar um minhocário, que pode ter o auxílio dos alunos em sua manutenção. Veja no esquema a seguir uma sugestão para a montagem.



Esquema mostrando um minhocário fácil de fazer: prendem-se a um suporte de madeira duas lâminas paralelas de vidro, separadas por terra fofa, onde são colocadas as minhocas. Sobre a terra, podem ser colocadas folhas secas e musgos.

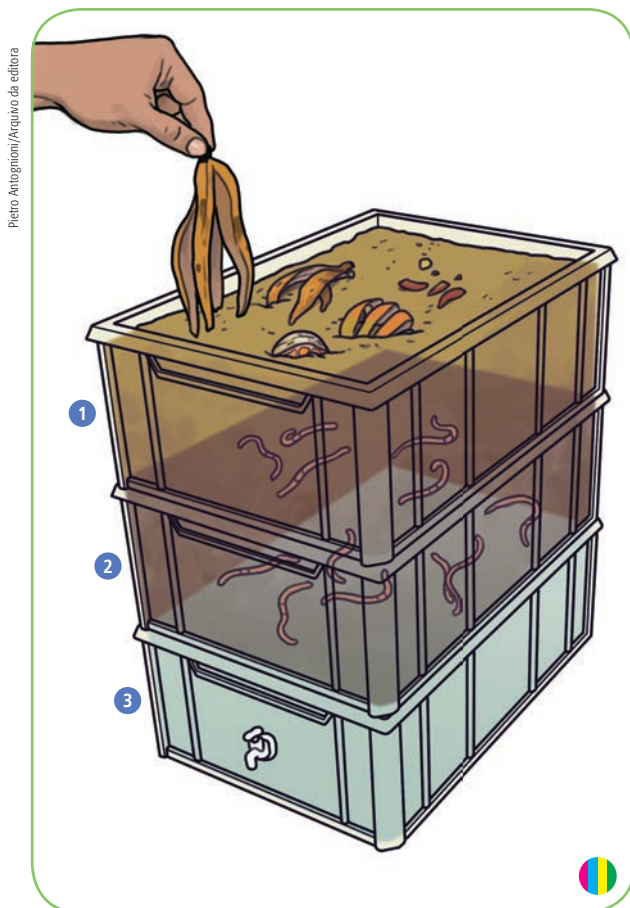
O minhocário também pode ser montado em um aquário de vidro. Mantenha a terra úmida e cubra-a com folhas secas. Os alunos podem se organizar, revezando-se na manutenção e na anotação das observações. Com auxílio de uma lupa, os alunos observarão os movimentos de locomoção das minhocas, a abertura de galerias no solo e, possivelmente, a formação de casulos.

#### Minhocas e húmus: uma composteira diferente

A compostagem é um método que permite obter adubo, ou composto, a partir da decomposição da matéria orgânica, feita por minhocas e micro-organismos decompositores presentes no solo.



Uma composteira prática, que não ocupa muito espaço, pode ser feita com três caixas plásticas empilhadas. Veja o esquema a seguir:



Veja agora como proceder:

- 1 Na caixa superior, enterrar restos de alimentos (evitando derivados de leite e carne), e cobrir com folhas secas, palha ou serragem. Há furos na parte de baixo da caixa.
- 2 A segunda caixa recebe terra com húmus e minhocas. Também há furos na base desta caixa.
- 3 A caixa inferior não tem furos na base e possui uma torneira. Nesta caixa vai se acumular o líquido resultante da decomposição da matéria orgânica.

As minhocas da caixa intermediária devem subir, pelos furos, para a caixa de cima. Em cerca de 3 meses, o material orgânico deve estar decomposto. Pode-se então trocar as caixas 1 e 2 de posição. O líquido acumulado na caixa 3 pode ser borrifado em plantas, funcionando como fertilizante.

Essa atividade permitirá aos alunos comprovar a importância das minhocas em relação à qualidade do solo. Eles também poderão divulgar na comunidade onde vivem a prática sustentável da compostagem, que reduz a quantidade de resíduos orgânicos descartados.

## Temas do capítulo: comentários e aprofundamentos

### Página 179

#### Classificação dos moluscos

Tradicionalmente, eram reconhecidas 5 classes dentro do filo dos moluscos: anfineura (Amphineura), gastrópodes, escafópodes, bivalves (também chamada de pelecípodes) e cefalópodes.

Na década de 1950, uma nova classe, chamada monoplacófora, foi criada para inserir o recém-descoberto gênero *Neopilina*. Na mesma época, surgiu a proposta de reconhecer dois subgrupos de Amphineura como duas classes distintas: a dos aplacóforas e a dos poliaplacóforas, na qual estão agrupados os quítons.

Há uma proposta recente que subdividiu a classe dos aplacóforas nas classes Caudofoveata e Solenogastres, que seriam grupos-irmãos segundo análise filogenética.

Fonte:

HICKMAN, C. P. et al. *Integrated principles of Zoology*. 14. ed. New York: McGraw-Hill, 2008, p. 336-337.

### Página 188

#### Leitura

#### Cefalópodes gigantes e monstros marinhos

a) Os alunos poderão associar o surgimento dos relatos de animais fantásticos e monstros marinhos aos navegantes europeus da Idade Moderna. Entretanto, os mitos sobre esses animais têm origem mais remota no tempo e no espaço. Há relatos de mitos dessa natureza que se remetem à Idade Antiga, com os fenícios.

b) Em relação aos relatos de exploradores do século XVI, os alunos poderão afirmar que o discurso apresenta-se carregado de valores pessoais na descrição dos animais, enquanto as descrições científicas buscam termos padronizados neutros segundo o ponto de vista de quem os elabora, sendo marcados por maior objetividade.

Quanto ao mito ou lenda, em parceria com os professores de Arte e Língua Portuguesa, estimule os alunos a valorizar a essência poética inerente à forma de expressão escolhida. Os alunos podem tentar expressar suas ideias de diversas maneiras, utilizando diferentes formas para exprimir suas opiniões e sentimentos.

Os professores de Filosofia têm muito a contribuir com outra abordagem: a origem de mitos está relacionada a questões existenciais dos seres humanos diante do que não conhecem em relação ao mundo e a si próprios. Nesse sentido, sentimentos e desejos estão presentes nos mitos.

## Respostas às atividades

### Revedo e aplicando conceitos

**4.** Moluscos e anelídeos apresentam sistema nervoso ganglionar com cordões ventrais. Na região cefálica, localizam-se gânglios mais desenvolvidos. Quanto à circulação, os anelídeos possuem sistema circulatório fechado, isto é, o sangue circula estritamente dentro de vasos; os moluscos, com exceção dos cefalópodes, possuem sistema circulatório aberto ou lacunar, pois existem lacunas: regiões em que o sangue sai dos vasos e entra em contato direto com os tecidos.

**5. a)** Pela boca, o alimento entra no sistema digestório da minhoca. Passa pela faringe e é temporariamente armazenado no papo. Na moela, o alimento sofre a ação de enzimas digestivas. Após a digestão inicial, o alimento vai para o intestino, onde sofre a ação de micro-organismos; os nutrientes são absorvidos e transportados às células pelo sistema circulatório. Os resíduos não digeridos do alimento são eliminados pelo ânus.

**5. b)** A minhoca ingere fragmentos de folhas e outras partes vegetais, que sofrem a ação digestiva na moela e no intestino. Os resíduos não absorvidos no intestino são ricos em minerais. O húmus de minhoca é material constituído dos resíduos eliminados pelo ânus desse animal e os minerais são importantes no metabolismo das plantas.

**5. c)** As minhocas promovem a aeração do solo, devido à abertura de galerias subterrâneas.

**8.** O mexilhão-dourado (*Limnoperna fortunei*) é uma espécie de bivalve oriunda da Ásia que, provavelmente, disseminou-se para outras regiões pelo transporte de suas larvas na água de lastro de navios cargueiros. Sua entrada na América do Sul ocorreu em portos da Argentina e dali espalhou-se pela região sul do Brasil. Hoje essa espécie de mexilhão também é encontrada nas regiões Sudeste e Centro-Oeste do Brasil.

Quando adultos, também podem ser transportados para outras regiões presos aos cascos de embarcações, redes de pesca ou qualquer outro substrato em que possam se fixar e que estejam presentes na água. Com as valvas fechadas, o mexilhão-dourado pode sobreviver bastante tempo fora da água.

Devido à sua facilidade de reprodução e dispersão, o mexilhão-dourado vem se espalhando rapidamente. Com o crescimento descontrolado desses mexilhões, eles vêm sendo considerados uma espécie invasora, pois, na falta de predadores naturais nas áreas invadidas, eles proliferam e prejudicam a sobrevivência de espécies nativas. Estudos vêm mostrando que, das causas de extinção de espécies, as invasões biológicas são a segunda maior, ficando atrás apenas da destruição de *habitats*.

Diversos são os prejuízos causados por essa espécie invasora. Entre eles estão: a destruição da fauna e flora aquáticas; a disputa por alimentos com moluscos nativos; a redução da pesca, devido à redução de alimentos para os peixes; o entupimento de canais de água e esgoto, gerando prejuízos para a sua manutenção e limpeza; o encarecimento na produção de energia elétrica, devido ao entupimento de canais em usinas hidrelétricas – nesse caso, é necessário interromper o fornecimento de energia para a limpeza.

A erradicação dos mexilhões-dourados, depois que formam colônias, é praticamente impossível com os recursos e conhecimentos atuais e sua fiscalização por órgãos competentes para que não contamine novos lugares é inviável, pois a larva desse molusco é microscópica. Por isso, a melhor forma de controle dessa espécie invasora no Brasil é a informação e orientação das pessoas, especialmente as que trabalham com embarcações, para que se evite a chegada dessa espécie a locais ainda não invadidos.

Fontes:

Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais – Ibama. *Mexilhão Dourado*. Disponível em: <<http://www.ibama.gov.br/areas-tematicas/mexilhao-dourado>>.

Itaipu Binacional. *Mexilhão dourado*. Disponível em: <<http://www.itaipu.gov.br/meioambiente/mexilhao-dourado>>.

Acessos em: 28 abr. 2016.

### Questões do Enem e de vestibulares

**12. c)** Oligoquetas (minhocas): presença de poucas cerdas na superfície do corpo e de clitelo; hirudíneos: ausência de cerdas na superfície do corpo e ventosas.

Professor(a): em classificação mais recente, oligoquetas e hirudíneos estão agrupados na mesma classe: Clitellata. No entanto, é comum encontrar referência à classificação tradicional, que considera 3 classes de anelídeos: poliquetas, oligoquetas e hirudíneos.

## CAPÍTULO 12

### Artrópodes

### Comentários gerais

Apresentar informações a respeito da diversidade do maior filo de todo o Reino Animal e suas características gerais é o principal objetivo deste capítulo, o qual se mostra rico em imagens.

Pretende-se que os alunos associem as características dos artrópodes ao sucesso evolutivo do grupo, estudando-as sob o ponto de vista adaptativo.

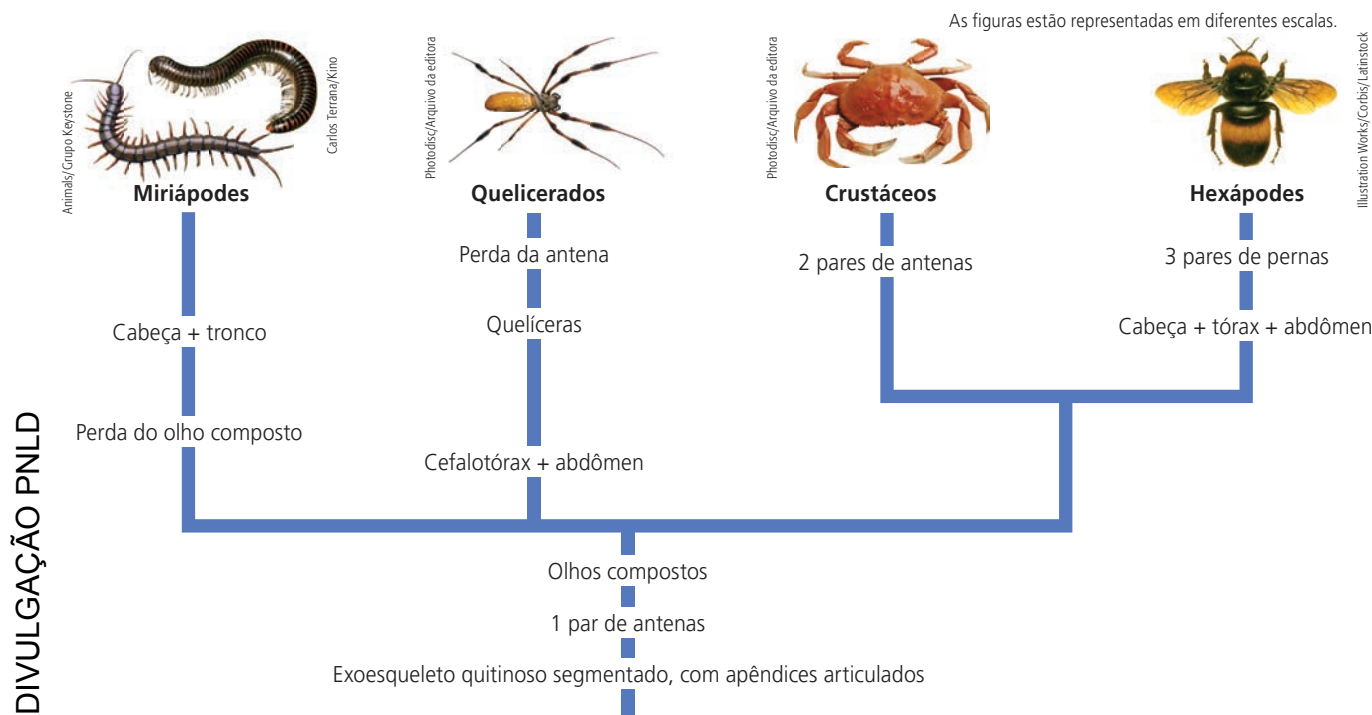
Da classe dos insetos foram apresentadas algumas ordens para que os alunos tenham ideia da diversidade do grupo. Os outros grupos de artrópodes foram apresentados em linhas gerais, sem fornecer sua classificação em subfilos, classes ou ordens.

Na seção *Vamos criticar o que estudamos?*, apresentamos uma proposta recente de classificação dos artrópodes, que vem sendo bem-aceita no meio científico, corroborada por dados moleculares. Considera-se, nessa proposta, o filo dos artrópodes sendo monofilético e formado por cinco subfilos:

- › Myriapoda: inclui diplópodes, quilópodes e outros táxons (sínfilos e paurópodes);
- › Hexapoda: inclui os insetos e outros táxons, como os colêmbolos;

- › Chelicerata: formado pelos aracnídeos e pelos merostomados (táxon do caranguejo-ferradura);
- › Crustacea: formado pelos crustáceos;
- › Trilobita: composto pelos trilobitas, artrópodes extintos.

Veja no cladograma a seguir uma das recentes hipóteses de parentesco evolutivo entre os subfilos de artrópodes atuais:



Considerando os objetivos do capítulo, apresentamos a diversidade de artrópodes referindo-nos a “grupos”, seguindo uma divisão de efeito didático: insetos, crustáceos, aracnídeos, quilópodes e diplópodes.

Fontes:

MARGULIS, L.; SCHWARTZ, K. V. *Cinco reinos: um guia ilustrado dos filões da vida na Terra*. 3. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2001.

HICKMAN, C. P. et al. *Integrated principles of Zoology*. 15 ed. New York: McGraw-Hill, 2011.

## Sugestões de atividades complementares

### Página 198

#### Análise do filme *Microcosmos*

O documentário *Microcosmos* (título original: *Microcosmos: Le peuple de l'herbe*, de Claude Nuridsany e Marie Pérennou, 1996, cor, 84 min.), indicado em *Multimídia*, traz diversas imagens de

animais, com destaque para pequenos invertebrados que vivem na vegetação rasteira, em bosques e jardins. A produção, que apresenta apenas uma breve narração inicial, permite que os alunos percebam o jogo entre trilha sonora e imagens. Discuta com os alunos o que eles percebem sobre os comportamentos dos artrópodes e outros invertebrados em cada cena, considerando o par som-imagem. Os alunos podem, inclusive, propor trilhas sonoras alternativas para uma determinada cena, justificando suas escolhas, ou criar uma narração. Esta atividade pode ser orientada em conjunto com o professor de Arte.

### Página 199

#### Pesquisa sobre vaga-lumes e o fenômeno da bioluminescência

Reunidos em grupos, os alunos podem buscar informações a respeito de vaga-lumes e, como aprofundamento, podem investigar a bioluminescência



também em outros animais, como determinadas espécies de cnidários, de lulas e de peixes abissais. Com a orientação também dos professores de Física e Química, o tema pode se tornar um projeto no qual os alunos serão capazes de compreender a diferença entre luz quente e luz fria.

A seguir apresentamos algumas informações a respeito dos vaga-lumes.

Os vaga-lumes ou pirilampos pertencem à classe dos insetos e à ordem dos coleópteros (besouros). Estão distribuídos em três famílias – Elateridae, Fengodidae ou Lampyridae – que diferem pela localização dos órgãos luminescentes e pela cor da luz emitida.

Na família dos elaterídeos, os vaga-lumes apresentam duas “lanternas”, uma em cada lateral do tórax, que emitem luz esverdeada e contínua e que frequentemente são confundidas com os olhos desses besouros. Possuem uma terceira lanterna, localizada no abdômen, que emite luz de tom alaranjado, apenas durante o voo.

Na família dos lampirídeos, as lanternas localizam-se na região ventral do abdômen e a luz emitida é esverdeada e intermitente.

Nos fengodídeos, há vários pontos luminescentes no corpo, que emitem luz geralmente esverdeada.

A luminescência dos vaga-lumes funciona como um sistema de comunicação, que permite demarcar território, atrair parceiros da mesma espécie para a reprodução ou afugentar predadores. Esse fenômeno resulta de reações químicas catalisadas pela enzima luciferase, que promove a oxidação da substância luciferina. A luz emitida é fria, pois não há liberação de calor nesse processo.

Fonte:  
COSTA, C. As famílias de vaga-lumes. *Ciência Hoje das Crianças*. 19 out. 2004. Disponível em: <<http://chc.org.br/as-familias-de-vaga-lumes>>. Acesso em: 27 maio 2016.

## Temas do capítulo: comentários e aprofundamentos

### Página 202



#### REÚNA-SE COM OS COLEGAS

#### Diversidade de insetos

No livro, foram apresentadas brevemente apenas 11 das cerca de 30 ordens tradicionalmente reconhecidas de insetos. Incentive os alunos a buscarem informações sobre insetos de ordens não citadas, ampliando assim o conhecimento a respeito da diversidade dentro do grupo dos insetos.

Outra possibilidade é que a pesquisa seja centrada nos insetos comuns na região onde vivem os alunos e sobre os quais eles tenham curiosidade. Neste caso, entre as curiosidades relacionadas aos insetos, os alunos podem buscar informações na própria comunidade a respeito do folclore envolvendo esses animais. São comuns as crendices e lendas associadas aos insetos, e esse rico saber popular pode ser descoberto pelos alunos, por meio de entrevistas com moradores e busca em livros. O livro citado a seguir é uma boa referência desse tipo de pesquisa no Brasil.

Saiba mais:  
PAPAVERO, N.; LENKO, K. *Insetos no folclore*. 2. ed. São Paulo: Fapesp, 1996.

### Página 208

#### Leitura

#### Abelhas em perigo

b) O tema dos insetos sociais pode gerar muito interesse dos alunos e da comunidade. É possível abordar tópicos como morfologia, fisiologia e ecologia.

Ao organizar uma exposição, outros aprendizados podem ser desenvolvidos. A exposição pode apresentar fotos e vídeos em *notebooks* ou *tablets*, além de oferecer atividades lúdicas, como a montagem de modelos tridimensionais dos animais e das estruturas onde eles vivem (colmeias, formigueiros, cupinzeiros) com materiais recicláveis.

Além da consulta bibliográfica, do estudo das informações e da elaboração da exposição, os alunos devem preparar uma apresentação oral, processo importante na aprendizagem e no desenvolvimento de competências de comunicação.

De acordo com a necessidade ou o interesse da turma, outros temas de pesquisa envolvendo os animais do filo Arthropoda podem ser sugeridos, por exemplo: artrópodes de interesse médico. Indicamos o *site* do Instituto Butantan, que informa a respeito de acidentes com aranhas, escorpiões e taturanas (veja o *link* abaixo).

A seguir estão algumas informações a respeito da organização social de três insetos: formigas, abelhas e cupins.

Saiba mais:  
INSTITUTO BUTANTAN. Disponível em: <<http://www.butantan.gov.br/saude/hospital/acidentes/Paginas/default.aspx>>. Acesso em: 28 abr. 2016.

### Formigas

As formigas estão distribuídas por todo o globo terrestre, com exceção das regiões polares. Vivem em sociedade, chamada formigueiro, trabalhando juntas com divisão de tarefas. Em geral, as formigas se organizam nas seguintes castas: as rainhas, os machos e as formigas trabalhadoras, todas com funções muito bem definidas.

No Brasil, são comuns as formigas conhecidas como saúvas ou cortadeiras (gênero *Atta*). Para cada formigueiro de saúva, existe uma rainha, popularmente chamada içá, a única fêmea fértil da comunidade, responsável por produzir os ovos. Os reis, machos férteis chamados bitus, produzem espermatozoides, fertilizam a rainha e morrem logo após a cópula. As operárias, as mais numerosas desta sociedade, são fêmeas estéreis, subdivididas em várias funções: as maiores e possuidoras de mandíbulas grandes têm por função a defesa do formigueiro contra os predadores; as cortadeiras-carregadoras trabalham cortando e carregando folhas para o formigueiro e as operárias-jardineiras trabalham dentro do formigueiro, cuidando dos alimentos e das crias.

As operárias levam pedaços de folhas para o formigueiro e os depositam em câmaras onde cresce determinado fungo. É o fungo que se alimenta das folhas e as formigas, por sua vez, alimentam-se do fungo.

### Abelhas

Ao contrário das formigas e cupins, que são exclusivamente sociais, nem todas as espécies de abelhas apresentam essa característica; algumas se caracterizam por indivíduos solitários. No caso das abelhas sociais, a organização de seus indivíduos é bem definida dentro das colmeias, onde pode haver uma população com mais de 50 mil indivíduos.

No caso da espécie *Apis mellifera*, a sociedade é dividida em três castas: a rainha, o zangão e as operárias. Há apenas uma rainha em cada colmeia, que mantém a ordem social do agrupamento. Os zangões são machos cuja função é fecundar a rainha, durante o voo nupcial. Eles são maiores e mais fortes que as operárias, não possuem ferrão, e seu olfato e visão são desenvolvidos, facilitando a localização da rainha. Eles morrem logo após a cópula.

As abelhas-operárias são fêmeas que realizam todo o trabalho de manutenção da colmeia: promovem a limpeza e a defesa da colmeia, cuidam da alimentação das larvas, coletam o néctar e o pólen das flores, produzem o mel e constroem os favos.

Um fato interessante foi verificado em relação às operárias de *Apis mellifera* e de formigas-cortadeiras: elas se orientam geograficamente pelo campo magnético da Terra. No caso das formigas, verificou-se que elas retornam para o formigueiro fazendo o caminho mais curto possível e não erram o destino, por mais que tenham se afastado na procura por alimento. As abelhas, quando localizam alimento, retornam à colmeia e realizam danças especiais que indicam às outras a distância e a direção das flores.

Essa capacidade de orientação parece estar relacionada com a presença de magnetita biomineralizada em partes do corpo desses insetos.

### Cupins

Os cupins são encontrados em regiões tropicais e subtropicais, podendo se estender a maiores latitudes, desde que o solo não congele no inverno. A sociedade dos cupins organiza-se em operários, soldados, rei e rainha.

Os operários são machos e fêmeas sem a capacidade de se reproduzir, e constituem o maior número de indivíduos na comunidade. A função dos operários é cavar túneis, realizar a construção do ninho, coletar e transportar alimentos, cuidar das ninfas, entre outras tarefas.

Os soldados também são indivíduos machos e fêmeas estéreis e contam com uma estrutura corporal diferenciada. Possuem a cabeça maior em relação à dos operários, e suas pernas e mandíbulas são mais fortes. Sua função, como o nome indica, é a defesa do cupinzeiro.

Os reis e as rainhas, popularmente conhecidos como aleluias ou siriris, são responsáveis pela reprodução. Na maioria das espécies, o rei não morre após a cópula, o que significa que ele consegue fecundar a rainha por várias vezes, formando um casal monogâmico. Em diversas espécies de cupins, há casais de reis e rainhas secundários, e não apenas um par por cupinzeiro. Reis e rainhas são os únicos cupins que possuem olhos, ausentes nos operários e soldados.

Os cupins obtêm energia a partir da degradação da celulose, presente nas fibras vegetais. Protozoários simbiotes que vivem no intestino dos cupins produzem uma enzima que degrada a celulose. Algumas espécies de cupins adaptaram-se ao ambiente urbano, alimentando-se de madeira. A espécie *Coptotermes gestroi*, por exemplo, é nativa da Ásia e, introduzida no Brasil no início do século XX, rapidamente tornou-se uma praga em edificações.

Fontes:

ACOSTA-AVALOS, D. et al. Insetos sociais: um exemplo de magnetismo animal. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, v. 22, n. 3, set. 2000, p. 317-323.

Departamento de Genética e Evolução, Instituto de Biologia, Universidade de Campinas. Sobre o *Coptotermes gestroi*. Disponível em: <[http://www.lge.ibi.unicamp.br/cupim/estrutura/corpo\\_sobre.htm](http://www.lge.ibi.unicamp.br/cupim/estrutura/corpo_sobre.htm)>.

Departamento de Ecologia, Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo. Tópicos em biologia de abelhas. Disponível em: <<http://www.ib.usp.br/beelife/biolo.htm>>.

Acessos em: 28 abr. 2016.

HICKMAN Jr., C. P. et al. *Integrated principles of Zoology*. 15 ed. New York: McGraw-Hill, 2011.

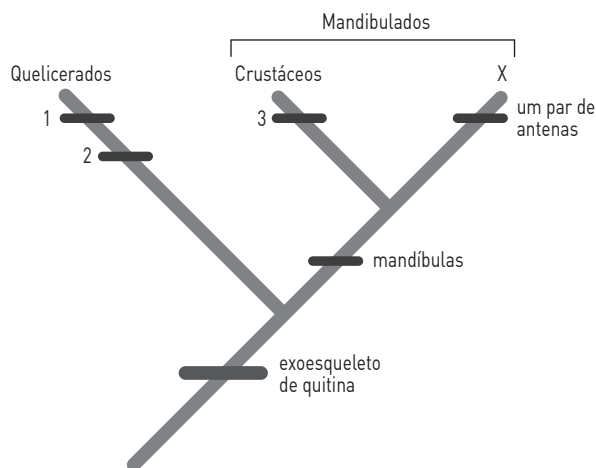
## Respostas às atividades

### Trabalhando com gráficos

7. A lagosta, um artrópode, possui exoesqueleto de quitina com impregnações de sais de cálcio, que aumenta de tamanho logo após a ocorrência das mudas ou ecdises. Nesse momento, o exoesqueleto ainda não enrijecido permite o crescimento do corpo do

animal. O peixe, um vertebrado, possui endoesqueleto e o crescimento de seu corpo é acompanhado pelo crescimento de seu endoesqueleto, por isso o gráfico resulta uma linha contínua, e não em “degraus”.

**8. d)** O exoesqueleto de quitina é uma característica presente em todo o filo Arthropoda e deve ser representado próximo à raiz do cladograma:



### Questões do Enem e de vestibulares

**9. a)** A lombriga é um animal de corpo alongado e cilíndrico, revestido por uma cutícula resistente e possui boca e ânus. A ameba é um protista unicelular e microscópico, cuja célula emite pseudópodes. O piolho é um animal de corpo revestido por um exoesqueleto rígido de quitina e dividido em cabeça, tórax e abdômen; os apêndices (três pares de pernas e um par de antenas) são segmentados. Consideramos na resposta os caracteres de morfologia externa.

## CAPÍTULO 13

Equinodermos; introdução ao filo dos cordados

### Comentários gerais

A apresentação dos equinodermos em conjunto à introdução aos cordados pode parecer estranha aos alunos, considerando que morfologicamente esses grupos são muito diferentes. No entanto, é importante ressaltar para os alunos que equinodermos e cordados são intimamente aparentados em termos evolutivos: são animais deuterostômios, nos quais, durante o desenvolvimento embrionário, o ânus se desenvolve a partir do blastóporo. Novamente os conceitos de embriologia se tornam necessários no estudo dos animais (embriologia animal é tema abordado no volume 1 desta coleção).

É interessante comentar com os alunos o fato de os equinodermos serem exclusivamente marinhos, o que não ocorre com os demais filos que eles já estudaram ou que estudarão neste livro. Peça para os alunos lembrar os filos já estudados e em quais ambientes os animais desses filos podem ser encontrados.

Alguns autores consideram os urocordados e os cefalocordados como divisão de um filo chamado protocordados. Nesse caso, o filo dos cordados teria dois subfilos: protocordados e vertebrados, sendo os protocordados divididos em dois grupos.

Após a introdução aos cordados e o estudo dos cordados invertebrados, passaremos ao estudo dos vertebrados, alertando para o fato de que o termo “craniados” é mais abrangente do que “vertebrados”. As vértebras surgiram, na evolução dos cordados, após o surgimento do crânio. Nos capítulos seguintes, passaremos ao estudo dos grupos de vertebrados.

### Sugestões de atividades complementares

#### Página 211

#### Relações evolutivas entre equinodermos

A turma pode se organizar em cinco equipes; cada uma deve pesquisar mais informações a respeito de uma das classes do Filo Echinodermata. Nessa pesquisa, os alunos devem listar características gerais e curiosidades (para isso, podem selecionar uma determinada espécie, que seja representativa da classe).

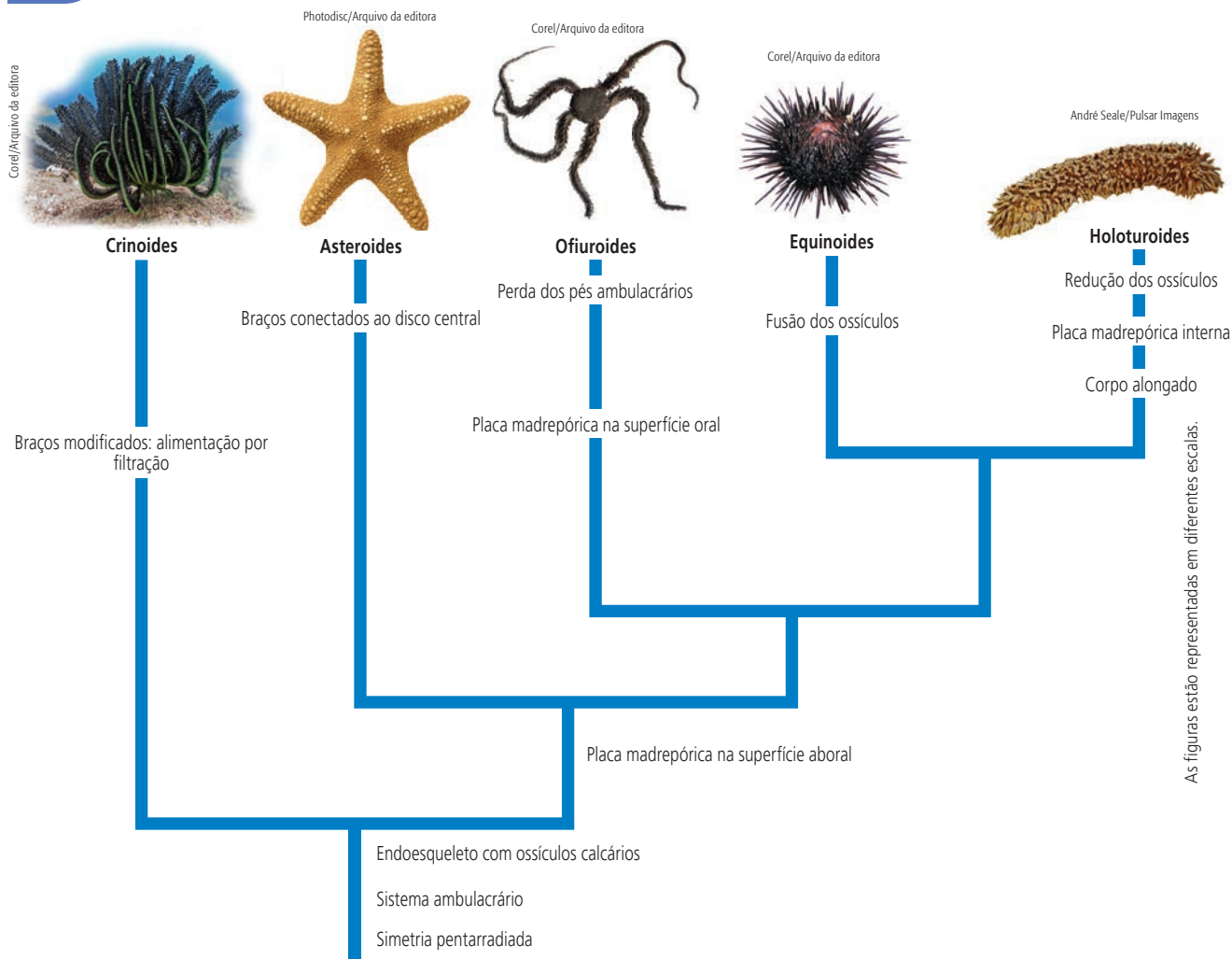
Cada equipe deve apresentar aos colegas um seminário sobre o tema pesquisado. Se possível, podem utilizar recursos audiovisuais, como fotografias, esquemas e vídeos disponíveis na internet.

Para finalizar a atividade, os alunos podem analisar um cladograma representando uma hipótese de parentesco evolutivo entre os equinodermos atuais. Você pode posicionar inicialmente algumas características no cladograma e, em seguida, os alunos tentam posicionar outros caracteres, buscando distinguir quais são caracteres exclusivos de uma determinada classe e quais são compartilhados por mais de uma classe.

A parte final da atividade pode ser individual ou coletiva, envolvendo toda a turma. Permite aos alunos rever as características gerais do filo dos equinodermos, dando subsídios para você verificar o que os alunos compreenderam a partir da própria pesquisa em equipe e das apresentações dos colegas sobre os outros grupos.

Veja a seguir um modelo de cladograma, contendo alguns dos caracteres que definem os grupos de equinodermos.





Cladograma adaptado de:

HICKMAN Jr., C. P. et al. *Integrated principles of Zoology*. 15 ed. New York: McGraw-Hill, 2011, p. 476.

Sugestão de banco de imagens e vídeos com material visual sobre equinodermos:

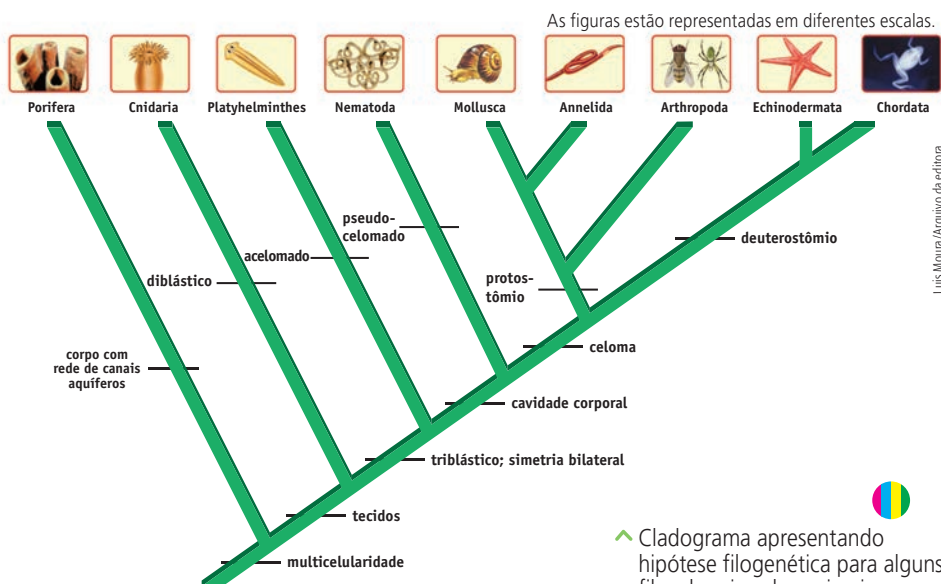
Cifonauta – Banco de imagens de biologia marinha, do Centro de Biologia Marinha da Universidade de São Paulo (Cebimar-USP). Disponível em: <<http://cifonauta.cebimar.usp.br/search/?query=echinodermata>>. Acesso em: 04 maio 2016.

## Página 215

### Relações evolutivas entre os filos animais estudados

Solicite que os alunos montem uma tabela com base no cladograma que indica relações evolutivas entre os filos animais, apresentado na página 145 e reproduzido ao lado. Na linha superior devem ser escritos os nomes dos filos e na coluna mais à esquerda devem aparecer as onze características mencionadas no cladograma.

Espera-se que os alunos elaborem uma tabela como a mostrada na página a seguir.



Cladograma apresentando hipótese filogenética para alguns filos do reino dos animais.

Uma vez produzida a tabela, os alunos podem compará-la com o cladograma, quanto à capacidade de indicar as relações filogenéticas entre os animais. É importante que os alunos percebam que o cladograma evidencia visualmente relações evolutivas entre os animais.

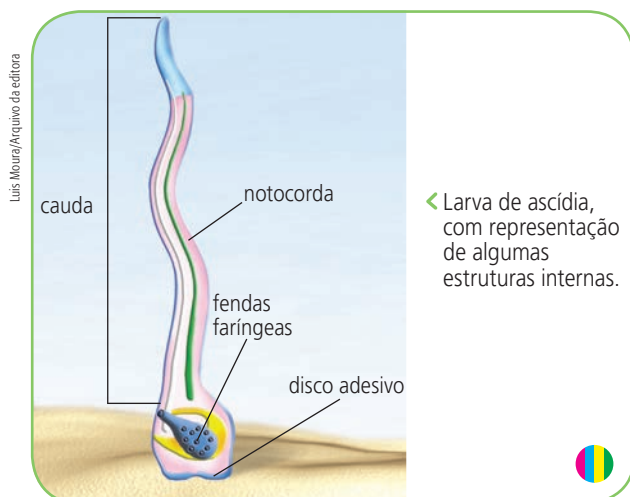
| Características                               | Filos    |          |                 |          |          |          |            |               |          |
|-----------------------------------------------|----------|----------|-----------------|----------|----------|----------|------------|---------------|----------|
|                                               | Porifera | Cnidaria | Platyhelminthes | Nematoda | Mollusca | Annelida | Arthropoda | Echinodermata | Chordata |
| deuterostômios                                |          |          |                 |          |          |          |            | x             | x        |
| protostômios                                  |          |          |                 |          | x        | x        | x          |               |          |
| celoma                                        |          |          |                 |          | x        | x        | x          | x             | x        |
| pseudoceloma                                  |          |          |                 | x        |          |          |            |               |          |
| cavidade corporal<br>(derivada do celoma)     |          |          |                 |          | x        | x        | x          | x             | x        |
| acelomado                                     |          |          | x               |          |          |          |            |               |          |
| triblástico; simetria bilateral               |          |          | x               | x        | x        | x        | x          | x             | x        |
| diblástico                                    |          | x        |                 |          |          |          |            |               |          |
| tecidos                                       |          | x        | x               | x        | x        | x        | x          | x             | x        |
| corpo com poros e rede<br>de canais aquíferos | x        |          |                 |          |          |          |            |               |          |
| multicelularidade                             | x        | x        | x               | x        | x        | x        | x          | x             | x        |

## Temas do capítulo: comentários e aprofundamentos

### Página 216

#### Ascídia

Veja um esquema simplificado representando a larva de um tunicado, a ascídia:



A larva, inicialmente planctônica, logo se fixa ao substrato pelo disco adesivo. Em sua cauda está a característica que dá nome ao subfilo dos urocordados: a notocorda (*uro* = cauda).

No litoral brasileiro, o tunicado mais comum é a ascídia solitária da espécie *Ascidia nigra*.



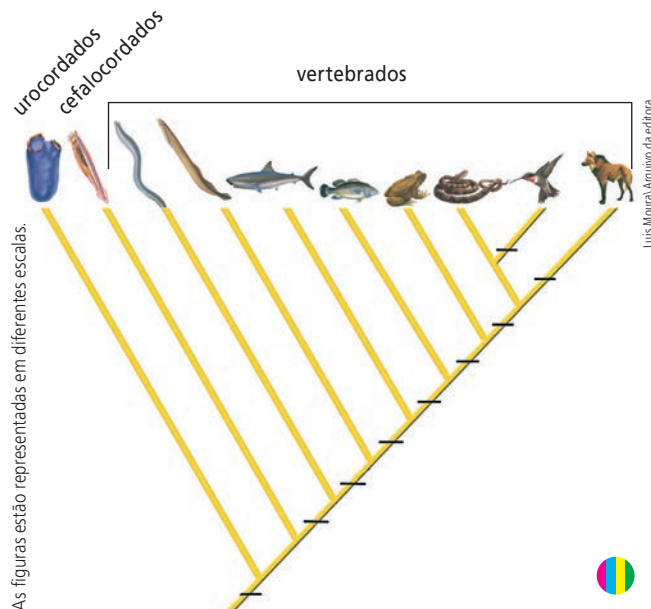
◀ Ascídia solitária e sésil (*Ascidia nigra*), com cerca de 7 cm de comprimento.

## Respostas às atividades

### Revedo e aplicando conceitos

2. b) A água entra pelos poros da placa madrepórica, passa para o canal pétreo, deste para o canal circular, penetra os canais radiais, entra nos canais laterais e chega às ampolas. Quando as ampolas se contraem, a água passa para os pés ambulacrários.

8. a) No cladograma, a ascídia representa o subfilo dos urocordados e o anfioxo, o subfilo dos cefalocordados. A feiticeira, a lampreia, o tubarão, o peixe ósseo, o anfíbio, o réptil, a ave e o mamífero pertencem ao subfilo dos vertebrados, ou craniados.



8. d) Os cefalocordados (grupo dos anfioxos) não possuem crânio e a notocorda persiste durante toda a vida, não sendo substituída por vértebras. Os peixes, que pertencem ao subfilo dos vertebrados, possuem vértebras, com exceção das feiticeiras; elas, no entanto, possuem crânio, uma característica presente em todos os animais do subfilo.

## CAPÍTULO 14

### Peixes e anfíbios

#### Comentários gerais

Os três últimos capítulos do livro apresentam os grandes grupos que compõem o subfilo dos vertebrados. Entre esses grupos, três deles são monofiléticos, ou seja, possuem uma origem comum e exclusiva, sendo classes verdadeiras: os anfíbios, as aves e os mamíferos. Os peixes e os répteis não são táxons monofiléticos e foram apresentados como grupos apenas por finalidade didática.

Neste capítulo, é ressaltado, portanto, que o termo “peixe” não corresponde a um táxon, e sim a três grupos de craniados: os ciclóstomos (classe Myxini e classe Petromyzontida), a classe dos condrictes (*Chondrichthyes*) e a classe dos osteíctes (*Osteichthyes*). As duas últimas apresentam coluna vertebral com vértebras desenvolvidas e maxilas, características ausentes nos ciclóstomos.



O uso do termo “maxila” em vez de “mandíbula” foi explicado no capítulo anterior, no quadro da página 218. Conforme já comentado em outros momentos, as atualizações na terminologia científica demonstram a ser incorporadas e não possuem uma data para entrar em vigor. É importante estar atualizado, porém atento, porque os termos mais tradicionais ainda são muito utilizados, como você perceberá em textos de divulgação científica e questões de vestibular.

A apresentação dos anfíbios e de suas características gerais é feita do ponto de vista evolutivo e adaptativo. Os anfíbios atuais descendem das linhagens mais antigas de tetrápodes. A hipótese mais aceita para a evolução dos tetrápodes é a de que eles descendem de um grupo de peixes sarcopterígeos cujas nadadeiras lobadas eram muito desenvolvidas e, junto com outras características, permitiram àqueles animais sobreviver fora do ambiente aquático. No ambiente terrestre, a sustentação do corpo, a locomoção, as trocas gasosas, a superfície corporal (que fica em contato com o ar) e a reprodução estão associadas com adaptações às condições desse ambiente, tão diferente do meio aquático. Deve-se ressaltar aos alunos o conceito de adaptação como resultado da seleção natural, e não como uma modificação em resposta a um estímulo ou a uma condição.

O grupo dos anfíbios apresenta grande diversidade de estratégias reprodutivas. Uma das mais comuns é o desenvolvimento indireto com estágio de larva aquática, chamada girino no caso de sapos, rãs e pererecas. Todos os anfíbios sofrem metamorfose, porém em algumas espécies esse processo ocorre dentro da cápsula gelatinosa do ovo, sem o surgimento de uma larva aquática livre-natante; existem ainda espécies em que os ovos ficam protegidos dentro do corpo materno até completar a metamorfose.

As espécies mais conhecidas e numerosas no Brasil são as de anuros: sapos, rãs e pererecas; também ocorrem diversas espécies de cecílias e apenas uma salamandra, do gênero *Bolitoglossa*, na Amazônia (a classificação da salamandra amazônica é tema controverso: alguns estudiosos afirmam tratar-se de duas espécies, outros defendem ser uma única espécie). O Brasil abriga a maior diversidade de anuros do mundo. É importante ressaltar aos alunos que os termos populares sapo, rã ou jia e perereca não refletem categorias de classificação dentro da ordem dos anuros. O termo “rã”, por exemplo, é comumente utilizado para se referir a anuros de hábito aquático, pele lisa, úmida e brilhante. No entanto, os anuros chamados popularmente de “rãs” correspondem a diversas famílias, entre elas a família dos ranídeos (*Ranidae*), que não é nativa do Brasil.

A organização de táxons dentro da classe dos anfíbios vem sofrendo grandes revisões, com novas propostas de classificação para diversas famílias e gêneros. Por isso, alguns nomes de espécies mencionados nas legendas de fotografias podem aparecer diferentes de nomes tradicionais, ou até mesmo já estarem desatualizados. O gênero *Bufo*, por exemplo, foi desmembrado e as espécies brasileiras de sapo foram renomeadas como pertencentes ao gênero *Rhinella*. Ainda existem sapos classificados no gênero *Bufo*, mas não na América do Sul.

Uma boa fonte de consulta a respeito da conservação dos anfíbios, em inglês, é o site *Amphibia Web* (em inglês), da Universidade da Califórnia, Berkeley (EUA), que é atualizado por pesquisadores especialistas em anfíbios e traz também informações da biologia das espécies e fotografias – veja indicação a seguir.

Saiba mais:

BERTOLUCCI, J. *Anfíbios*. São Paulo: Editora Ática, 2002.

*AmphibiaWeb*: Information on amphibian biology and conservation. Berkeley, California: AmphibiaWeb. 2013. Disponível em: <<http://amphibiaweb.org>>. Acesso em: 28 abr. 2016.

## Reflexões sobre o ensino de Biologia

### Página 223

#### Conhecer para preservar

Seguindo a sequência de temas proposta neste volume, espera-se que os alunos já conheçam as características básicas dos seres vivos e o que diferencia vírus, moneras, protistas, fungos e plantas. Eles possuem, portanto, uma noção da enorme biodiversidade em nosso planeta, encontrada nos mais variados ambientes da biosfera.

O estudo do reino dos animais oferece uma continuação a essa percepção, abordando agora os seres que geralmente despertam grande curiosidade. Pertencemos a esse reino também e talvez essa proximidade evolutiva esteja relacionada à tal curiosidade.

Desse modo, não é à toa que a maioria dos programas de conservação ambiental utilizem como espécie-símbolo um animal (na maioria das vezes, um vertebrado), como estratégia para cativar pessoas na luta por este objetivo. Ao lutar pela preservação do boto-rosa, por exemplo, está se defendendo que o ambiente onde ele vive e as espécies com as quais interage não sejam mais ameaçados.

Dentro dessa perspectiva, os capítulos finais do livro apresentam diversas atividades relacionadas à temática da preservação ambiental, propondo reflexões, pesquisas e ações no local onde vivem os alunos.

Por meio de tais atividades, incentivamos uma abordagem interdisciplinar ao estudo dos grupos animais, agregando a ele aspectos ecológicos, evolutivos, socioambientais e políticos. A preservação de ecossistemas brasileiros é uma questão complexa e os alunos poderão perceber o papel que os conhecimentos a respeito da biologia dos animais exercem nesse amplo cenário.

Sugerimos abranger mais um aspecto nesse estudo: a importância do DNA no conhecimento que fundamenta as propostas de preservação ambiental. O DNA e a herança genética são temas abordados no volume 3 desta coleção e, com esta sugestão, pode ser estabelecida uma ligação entre os conteúdos de Biologia abordados ao longo do Ensino Médio.

Para abordar o papel da análise de DNA no estudo ambiental, sugerimos a animação “DNA e meio ambiente”, de 4 minutos, produzida por pesquisadores brasileiros. Uma das autoras, Patrícia Sujii, disponibilizou o vídeo na internet. Os autores também escreveram um artigo relatando as possibilidades de trabalho em sala de aula a partir da animação, considerada adequada para os alunos do Ensino Médio.

Saiba mais:

Filme: *DNA e meio ambiente*. Brasil, cor, 4 min., 2013. Disponível em: <<https://vimeo.com/69343714>>.

SUJII, P. S. et al. DNA e meio ambiente, um vídeo ilustrativo de como a Genética pode ajudar na conservação da biodiversidade. *Genética na escola*, v. 11, n. 1. São Paulo: Sociedade Brasileira de Genética, mar. 2016. Disponível em: <<http://www.geneticanaescola.com.br/#!edicoes-antiores/cudb>>.

Acessos em: 21 maio 2016.

## Sugestões de atividades complementares

### Página 227

#### Pesquisa: Pesca predatória

Para esta atividade, os alunos devem buscar informações a respeito da pesca predatória, compreendendo as diferenças dessa prática com a pesca tradicional e os métodos sustentáveis. Pode ser um complemento à atividade proposta na página 242 do livro, na seção *Trabalhando com gráficos*.

Estima-se que anualmente sejam pescadas mais de 70 milhões de toneladas de peixes marinhos em todo o mundo, quantidade insustentável para o equilíbrio e manutenção da biodiversidade dos oceanos.

Além dos peixes destinados ao consumo, grande quantidade de animais marinhos sem interesse comercial morrem ao serem capturados pelas redes de arrastão e descartados nas praias.

Os métodos sustentáveis de pesca consideram a redução dos impactos nos ecossistemas aquáticos. É fundamental respeitar as épocas de reprodução e crescimento das espécies, assim como promover o consumo de peixes vindos de criadouros sustentáveis.

O resultado dessa pesquisa pode gerar complementos a serem usados na atividade do livro. Os alunos podem divulgar, por exemplo, quais espécies de peixes devem ter o consumo evitado, por estarem em risco de extinção graças à pesca predatória.

Fontes de consulta:

Globo Ecologia. O bem comum: Jutai, Amazônia. Disponível em: <<http://globotv.globo.com/rede-globo/globo-ecologia/v/o-bem-comum-jutai-amazonia/1489900/>>.

Ministério do Meio Ambiente. Meio ambiente e pesca definem novas regras para recursos pesqueiros. 10 jun. 2011. Disponível em: <<http://www.brasil.gov.br/noticias/arquivos/2011/06/10/meio-ambiente-e-pesca-definem-novas-regras-para-recursos-pesqueiros>>.

SCHELP, D. O fim da pesca. *Planeta sustentável*. Disponível em: <[http://planetasustentavel.abril.com.br/noticia/ambiente/conteudo\\_232707.shtml](http://planetasustentavel.abril.com.br/noticia/ambiente/conteudo_232707.shtml)>.

Acessos em: 28 abr. 2016.

### Página 230

#### Pesquisa: Peixes comuns no rio ou mar mais próximos da região onde se localiza a escola

Os alunos podem pesquisar:

- ▶ por quais nomes populares o peixe é chamado;
- ▶ saberes populares e curiosidades a respeito do peixe;
- ▶ qual é o seu tamanho médio quando adulto;
- ▶ qual é a sua estratégia reprodutiva;
- ▶ se a espécie é nativa ou introduzida;
- ▶ se a espécie corre perigo de extinção.

Os alunos podem pesquisar em livros e/ou na internet, além de consultar profissionais da Secretaria de Meio Ambiente do município ou Estado, ou ainda entrevistar pescadores da região. A turma pode montar um grande painel com figuras dos peixes pesquisados e um resumo de suas características.

### Página 232

#### Anfíbios no folclore

Os anfíbios – principalmente os anuros – são personagens em lendas, crendices, anedotas e canções folclóricas, no Brasil e no mundo.

Os fatos folclóricos originam-se espontaneamente e são propagados de uma geração a outra, pela tradição. No caso das crendices e lendas envolvendo animais, muitas delas tiveram origem na observação de características e comportamentos. Vejamos um exemplo: a expressão popular “mais contente que sapo em dia de chuva” pode ser relacionada com o fato de que, com a chegada da chuva, diversas espécies de anuros iniciam sua reprodução. Machos coaxam nas margens de lagoas e rios e ocorre o acasalamento.

A crendice de que sapos lançam jatos de veneno ou de urina nos olhos das pessoas, podendo causar cegueira, também deve ter se originado da observação de que sapos, quando ameaçados ou manipulados, podem eliminar um jato pela cloaca. Esse jato, no entanto, é água, absorvida pelo epitélio cloacal e armazenada na cloaca. O sapo não mira o jato de água nos olhos das pessoas.

Assim, uma proposta interessante para gerar maior interesse no estudo dos anfíbios é a pesquisa de fatos folclóricos do Brasil – principalmente da região onde moram – envolvendo anfíbios. Nessa tarefa, os alunos podem entrevistar moradores da comunidade.

Em seguida, reunidos em equipes, podem procurar relações entre o fato folclórico e a biologia dos anfíbios, de acordo com o que foi estudado. No entanto, essa relação nem sempre é direta, uma vez que o folclore é resultado da criatividade e expressão humana.

A atividade pode ser ampliada envolvendo também répteis, aves e mamíferos da região.

## Temas abordados: comentários e aprofundamentos

### Página 224



#### REÚNA-SE COM OS COLEGAS

##### Peixes e suas características

Nesse momento, as respostas devem ser pessoais e espontâneas, baseadas no que os alunos sabem. Em momento posterior, os alunos podem rever suas ideias iniciais e corrigi-las ou complementá-las, a fim de que estejam de acordo com as seguintes respostas:

- Os peixes vivem no ambiente aquático.
- O corpo da maioria dos peixes é alongado, com formato fusiforme e hidrodinâmico.
- A maioria dos peixes apresenta escamas.
- Os peixes se locomovem fazendo movimentos ondulatórios com o corpo, estabilizados e orientados pelas nadadeiras.
- A maioria dos peixes possui brânquias e retiram o gás oxigênio que está dissolvido na água (e não o átomo de oxigênio que faz parte da molécula de água). Existem peixes que retiram gás oxigênio do ar atmosférico, subindo à superfície para respirar.
- A maioria dos peixes é ovípara, de fecundação externa, mas existem peixes de fecundação interna e vivíparos. As estratégias reprodutivas são muito variadas entre os peixes.

### Página 226



#### REÚNA-SE COM OS COLEGAS

##### Reprodução de peixes

A superprodução de gametas aumenta as chances de ocorrer fecundação externa, na água. Migrando para as nascentes dos rios, onde as águas são mais rasas e menos movimentadas, essas chances são ainda maiores.

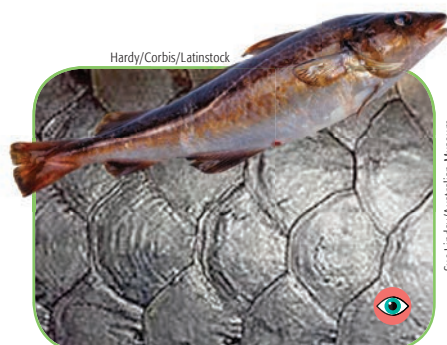
### Página 230

#### Tipos de escamas em osteíctes

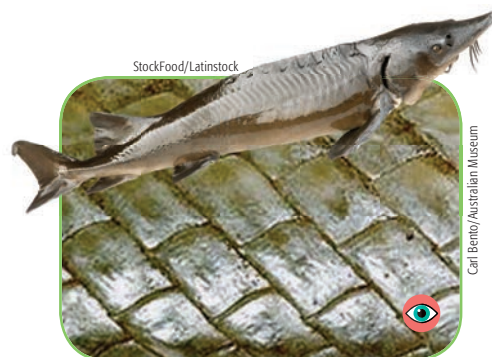
Diferentemente das escamas placoides dos condrites, que envolvem a derme e a epiderme, as escamas dos osteíctes são formações epidérmicas. Essas estruturas estão presentes na maioria dos peixes ósseos e podem ser de três tipos: ctenoide, cicloide e gamoide. Veja a diferença morfológica entre essas escamas nas imagens a seguir.



Escamas ctenoides. Perca (mede cerca de 20 cm de comprimento).



Escamas cicloides. Bacalhau (mede até 1,8 m de comprimento).



Escamas ganoides. Esturjão (mede até 5 m de comprimento).



## Página 230

### Bexiga natatória

Também chamada vesícula de gás, a bexiga natatória é uma bolsa que pode se expandir ou se contrair, desse modo equiparando a densidade média do peixe à da água, em uma determinada profundidade na coluna de água.

A bexiga natatória possui estruturas que permitem a introdução e a remoção de gás, principalmente oxigênio, do seu interior. A glândula de gás, conectada às arteríolas, secreta ácido láctico, o que altera o pH sanguíneo e promove a liberação de gás oxigênio dentro da bexiga.

O gás pode ser removido da bexiga natatória de duas maneiras. Os peixes fisóstomos (*phys* = bexiga; *stoma* = boca) possuem um ducto pneumático que conecta a bexiga natatória ao esôfago, por onde o gás pode ser expelido.

Nos peixes fisóclistos (*clisto* = fechado) não há ducto pneumático e o gás difunde-se da bexiga natatória para o sangue.

Mais informações a respeito do funcionamento da bexiga natatória estão na seção *Vamos criticar o que estudamos?*, na página 237.

Fontes:

HICKMAN Jr., C. P. et al. *Integrated principles of Zoology*. 15 ed. New York: McGraw-Hill, 2011, p. 476.

SCHMIDT-NIELSEN, K. *Fisiologia animal: adaptação e meio ambiente*. 5. ed. São Paulo: Livraria Editora Santos, 2002.

## Página 231



### ATIVIDADE PRÁTICA

## Compreendendo o funcionamento da bexiga natatória

### Interpretando os resultados

- A tampa de caneta deve armazenar um pequeno volume de ar em seu interior. O ar é menos denso que a água e, por isso, a tampa flutua ao ser colocada na água.
- Resposta pessoal. Espera-se que, realizando a montagem corretamente, a tampa afunde quando a garrafa for apertada. Ao apertar a garrafa, a pressão interna aumenta e, com isso, um volume maior de água entra no interior da tampa da caneta, reduzindo ali o volume ocupado pelo ar. Com menor volume de ar em seu interior, a flutuabilidade da tampa diminui e ela desce na coluna de água.
- A bexiga natatória se enche de gás e aumenta de volume quando o peixe desce na coluna de água. A entrada de mais gás na bexiga natatória reverte a tendência do peixe de afundar ainda

mais e mantém sua flutuabilidade neutra. Quando o peixe sobe na coluna de água, a bexiga natatória perde gás, o que reverte a tendência do peixe de subir ainda mais.

Na comparação do modelo sugerido com a bexiga natatória, há uma semelhança e uma diferença. Como acontece na bexiga natatória, só é possível controlar a entrada e a saída de ar da tampa. No entanto, a bexiga natatória é uma vesícula flexível e a entrada e saída de gás (e não de ar) são ações involuntárias, resultantes de diferenças de pressão sobre o corpo do peixe em diferentes profundidades.

- Em condrictes, a flutuabilidade neutra é promovida por depósito de óleo no fígado. O óleo é menos denso que a água e isso reduz a densidade relativa do corpo do peixe.

Esta atividade prática pode ser planejada em conjunto com o professor de Física, permitindo abordar, com maior profundidade, os conceitos de pressão, densidade, propriedades dos gases.

### Indo além

Resposta pessoal. Uma demonstração simples pode ser feita colocando um pouco de óleo vegetal sobre água, em um copo transparente, sendo possível observar a formação de duas fases: a água e a camada superficial de óleo, menos denso que a água.

## Página 233

### Toxinas na pele de anfíbios

Grande diversidade de substâncias farmacologicamente ativas é encontrada na pele dos anfíbios.

Os anfíbios realizam defesa passiva, ou seja, não atacam ou injetam veneno. Quando um predador morde um anfíbio, o veneno presente na pele entra em seu organismo, podendo causar prejuízos ou até a morte.

Substâncias de naturezas distintas já foram isoladas da pele de anfíbios: aminas biogênicas, como serotonina e histaminas, peptídeos como bradiginina, proteínas hemolíticas e outras. Muitas dessas substâncias, tais como bufotoxina, fisalemina e leptodactilina, foram nomeadas a partir das espécies nas quais foram descobertas.

Para muitas dessas substâncias produzidas pelas glândulas dos anfíbios já foram descobertas propriedades medicinais, permitindo o desenvolvimento de novos medicamentos para diversas doenças.

Os anfíbios também produzem substâncias antibióticas, ou seja, que eliminam bactérias e assim mantêm protegida a pele contra infecções.

Merece destaque a família dos dendrobatídeos, popularmente chamados sapos-veneno-de-flecha. Esse nome originou-se do uso que índios sul-americanos fazem das toxinas de alguns desses animais para envenenar a ponta dos dardos

das zarabatanas utilizadas na caça. Esses anuros, de pequeno porte e hábito diurno, geralmente possuem cores chamativas que funcionam como sinal de advertência aos predadores. Produzem alcaloides potentes e em elevada concentração. *Phyllobates terribilis* é a espécie mais tóxica conhecida: um único animal pode conter até 1 900 microgramas de batracotoxina, sendo que uma dose inferior a 200 microgramas já seria suficiente para matar um ser humano, caso a toxina penetrasse no corpo através de um ferimento. A batracotoxina é tóxica também quando ingerida. O cozimento destrói o veneno, tornando comestíveis as presas mortas por dardos impregnados com as secreções da pele de dendrobatídeos.

Fontes:

POUGH, F. H.; HEISER, J. B.; MCFARLAND, W. N. *A vida dos vertebrados*. São Paulo: Atheneu, 1999.

TOLEDO, R. C. Breve apreciação sobre a secreção cutânea dos anfíbios. *Ciência e cultura*, v. 38, p. 279-284, 1986.

## Página 233

### Circulação sanguínea nos anfíbios

Apesar do coração dos anfíbios possuir um único ventrículo, a mistura de sangue é pequena. Isso ocorre devido à presença de uma prega no cone arterial, que provoca o desvio do sangue não oxigenado para os pulmões e a pele, pelo lado direito, e o desvio do sangue oxigenado para a artéria aorta, pelo lado esquerdo. Esse aprofundamento anatômico não foi apresentado no livro do aluno, considerando o nível escolar.

## Respostas às atividades

### Revedo e aplicando conceitos

**7.** Os girinos possuem cauda, não apresentam pernas quando eclodem do ovo e realizam respiração branquial. Vivem em meio aquático e locomovem-se por movimentos do corpo, auxiliados pela cauda. Os sapos adultos não possuem cauda, apresentam quatro pernas e respiram utilizando os pulmões e a superfície da pele (respiração pulmonar e cutânea). Vivem em ambiente terrestre e locomovem-se por pequenos saltos.

Como a diversidade de anfíbios é muito grande, o termo popular “sapo” torna-se impreciso. É necessário estar atento para o fato de que “sapo” é muitas vezes utilizado para se referir a todos os anuros. Nessa questão, estamos nos referindo aos sapos mais comuns no Brasil, chamados de cururus.

**8.** Peixe: o coração recebe apenas sangue pobre em oxigênio e, portanto, não ocorre mistura de sangue. O coração possui um átrio e um ventrículo. A oxigenação do sangue ocorre nas brânquias.

Sapo: o coração recebe sangue oxigenado e sangue pobre em oxigênio (circulação dupla) e ocorre mistura de sangue no ventrículo, embora seja pequena. O coração apresenta dois átrios e um ventrículo. O sangue recebe gás oxigênio ao passar pelos pulmões e pelos capilares que irrigam a pele dos anfíbios.

**9.** O sapo possui glândulas parotóides, corpo mais robusto e pele com protuberâncias. A rã possui pele lisa e brilhante, muitas têm membranas entre os dedos. As pererecas possuem discos adesivos nas extremidades dos dedos. Lembre aos alunos que estas são características gerais e que os nomes populares dos anuros não correspondem a categorias taxonômicas.

### Trabalhando com gráficos

**12. b)** A pesca predatória pode ser entendida como a “pesca em excesso”, que afeta a sobrevivência das populações de peixes de interesse comercial. Os peixes possuem um ritmo reprodutivo e fazem parte de teias alimentares, participando do equilíbrio ecológico do ambiente onde ocorrem. A pesca predatória afeta a capacidade da população de peixes se restabelecer em número de indivíduos. Isso ocorre quando a quantidade de peixes pescados ultrapassa determinado limite, quando a pesca é realizada fora dos períodos estipulados por lei e/ou quando os peixes capturados são jovens e estão abaixo de um determinado peso. Esse tipo de atividade prejudicial ao ambiente é crime, mas a fiscalização no litoral e nos rios brasileiros ainda é deficiente. Em diversas regiões do Brasil, é possível ouvir relatos de pescadores a respeito de peixes que eram abundantes em um local e, agora, devido à pesca predatória, são encontrados com dimensões menores ou não são mais encontrados. Uma observação: fala-se em pesca predatória também no caso de captura de camarões e lagostas, que são crustáceos e não peixes.

Oriente os alunos a citarem as fontes consultadas, na resposta da questão. Observe que, além de trabalhar a interpretação de um gráfico, essa questão também aborda um problema socioambiental, que é a pesca predatória. Esse tipo de questão é importante para levar à reflexão e mudanças de atitudes.

**13.** Repressão ao desmatamento e às queimadas, preservação de áreas naturais por meio de unidades de conservação, medidas de controle e redução da poluição, e de tratamento de áreas poluídas. A justificativa vem pela análise do gráfico: a perda do *habitat*, causada principalmente pelo desmatamento, é a principal ameaça aos anfíbios, seguida da poluição.

### Questões do Enem e de vestibulares

**17. a)** Se a visão for o único sentido utilizado pela piranha na captura de presas, as piranhas atacarão as presas nos aquários I e III, que estão iluminados e apresentam condições para que as piranhas vejam as presas.

**17. b)** Se o olfato for o único sentido utilizado pela piranha na captura de presas, as piranhas atacarão as presas nos aquários I e II, mas não no aquário III, em que as presas estão envoltas por um recipiente impermeável, o que impede a difusão de odores para a água.

**17. c)** Se as piranhas não capturarem as presas no aquário III, é possível concluir que as piranhas utilizam o olfato para localizar presas, e não a visão.

## CAPÍTULO 15

### Répteis

#### Comentários gerais

Os grupos de répteis são apresentados aos alunos sem perder o enfoque adaptativo, contando com um texto ricamente ilustrado. Ressaltamos “grupos de répteis”, no plural, porque o nome “répteis” não equivale a uma categoria taxonômica, como acontece com “peixes”; o mesmo não é válido para anfíbios, aves e mamíferos, que correspondem a classes do filo dos cordados, pois existem evidências de que são grupos monofiléticos.

Chamamos de répteis diversos grupos de tetrápodes amniotas, que apresentam algumas características em comum. Os grupos atuais de répteis descendem de linhagens primitivas de amniotas, que também estão relacionadas aos ancestrais das aves e aos ancestrais dos mamíferos.

O capítulo se inicia comentando a respeito da origem dos répteis, com menção aos dinossauros. Apesar de o capítulo tratar dos grupos de répteis com representantes atuais, os dinossauros costumam despertar muita curiosidade nos alunos e pode ser interessante conversar com a turma, para verificar se há o desejo, por parte dos alunos, de aprofundar o assunto, com enfoque no que os fósseis de dinossauros revelam a respeito da biologia e ecologia desses animais extintos. Existem fósseis de dinossauros e pterossauros encontrados no território brasileiro, o que é comentado no volume 3 desta coleção.

Deve-se esclarecer que, assim como acontece com o termo “réptil”, o nome “dinossauro” não tem significado taxonômico. Outra concepção prévia muito comum é a de que todos os animais conhecidos como dinossauros eram de grande porte, o que não é verdade: existiram grupos de dinossauros com representantes de porte pequeno.

Os dinossauros e sua relação filogenética com as aves é assunto da seção *Leitura*, na página 259.

## Sugestões de atividades complementares

### Página 251

#### Leitura: Como as lagartixas conseguem andar sobre tetos e paredes?

Elaboramos o seguinte texto para uma atividade de leitura, com proposta de questões para aprofundamento, que pode ser realizada em duplas. A atividade pode ser realizada em conjunto com a disciplina de Química.

#### Como as lagartixas conseguem andar sobre tetos e paredes?

Você já deve ter visto uma lagartixa subindo por um muro ou até pelo vidro de uma janela. Como esses pequenos répteis conseguem subir em superfícies lisas e até ficar de cabeça para baixo, resistindo à atração gravitacional que puxa os corpos em direção ao chão?

Sabe-se que as lagartixas não secretam substâncias viscosas e adesivas, tampouco possuem ventosas. A explicação para a capacidade de subir em diversas superfícies está na estrutura microscópica dos dedos da lagartixa.

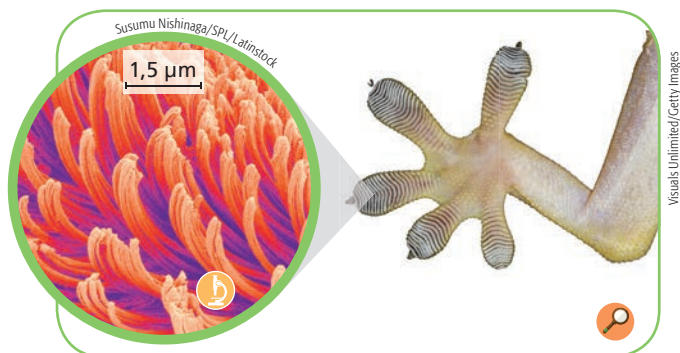
Na região ventral dos dedos da lagartixa, existem milhões de pequenas projeções, o que aumenta sua área de contato com o local onde está apoiada. Veja, porém, o que a imagem de microscopia revela: as pequenas projeções dos dedos da lagartixa são, por sua vez, constituídas por filamentos ainda menores.

Essa estrutura característica da região ventral dos dedos da lagartixa permite a interação, em nível molecular, dos dedos com a superfície onde o animal está localizado. Vamos entender, de modo muito simplificado, como essa interação funciona.

As moléculas são formadas por determinadas ligações químicas entre átomos. Quando elétrons, partículas eletricamente negativas do átomo, são compartilhados de forma desigual em uma ligação química, a molécula se torna polar, ou seja, com um polo positivamente carregado e outro negativamente carregado. As moléculas apolares são aquelas em que o compartilhamento de elétrons entre átomos é praticamente igual. No entanto, mesmo em uma molécula apolar podem surgir polos negativo e positivo temporariamente, o que gera uma fraca atração entre elas. Essa fraca atração entre moléculas apolares recebeu o nome do cientista que a descobriu: ligação, ou interação, de van der Waals.

Apesar de serem um tipo fraco de interação molecular, as ligações de van der Waals podem gerar uma força suficiente para manter moléculas grandes unidas temporariamente. É o que acontece quando as moléculas que constituem os filamentos microscópicos dos dedos da lagartixa entram em contato com as moléculas da superfície de uma rocha, da madeira, do vidro ou outro material. Assim, são as ligações de van der Waals que explicam como as lagartixas conseguem subir até em paredes e tetos.



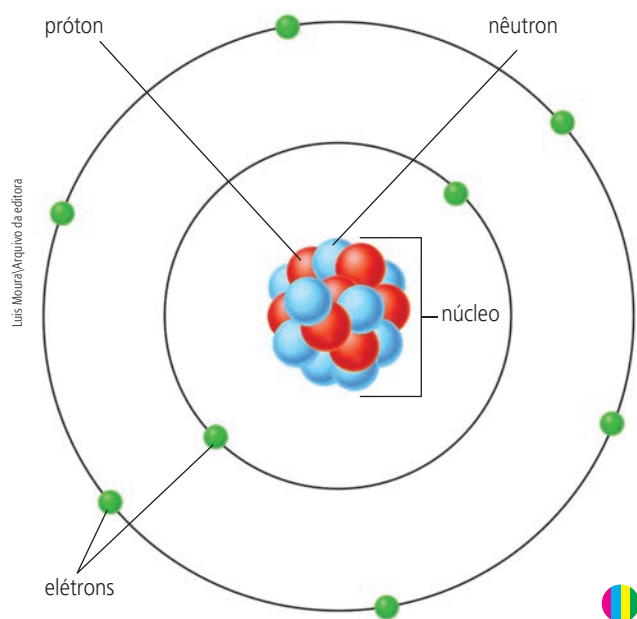


^ Dedos de lagartixa, em vista ventral. Veja à esquerda uma imagem microscópica dos filamentos que formam as projeções do dedo.

### Sugestões de questões sobre a leitura:

- Utilizando seus conhecimentos, represente esquematicamente um átomo, indicando suas regiões positiva e negativa, e explique a diferença entre ligações iônicas e covalentes.

Veja a seguir um modelo simplificado de átomo:



Oriente os alunos a considerar em suas respostas o modelo de Rutherford-Bohr, no qual se baseia o esquema anterior, embora haja outras propostas de representação do átomo, como a que apresenta subníveis de energia, indicando as regiões prováveis onde se encontrariam os elétrons.

Os íons são átomos ou grupos de átomos que ganharam ou perderam elétrons, ficando eletricamente carregados. Com a formação de íons, passa a existir atração eletrostática entre íons positivos (cátions) e íons negativos (ânions), caracterizando a ligação iônica, na qual ocorre transferência de um ou mais elétrons de um átomo a outro.

A ligação química covalente ocorre entre átomos que constituem substâncias eletricamente neutras. Nesse tipo de ligação, elétrons são compartilhados pelos átomos envolvidos.

- Como funciona uma ventosa? Explique a diferença entre a aderência da ventosa a uma superfície e a dos dedos de uma lagartixa.

Uma ventosa adere à superfície se a pressão atmosférica for maior do que a pressão existente entre a ventosa e a superfície na qual ela está apoiada.

Uma demonstração simples do funcionamento de uma ventosa pode ser feita com um desentupidor, desses de pia. Quando o desentupidor é pressionado contra uma superfície lisa, o ar é expulso do interior da estrutura de borracha. Nessa condição, a pressão atmosférica torna-se muito maior que a pressão interna gerada pelo pequeno volume de ar dentro da estrutura de borracha, e por isso ela se mantém deformada.

O mecanismo de aderência dos dedos da lagartixa é diferente. Trata-se de uma interação química, as interações de van der Waals, que surgem entre moléculas da superfície ventral dos dedos e da superfície onde a lagartixa está apoiada.

### Página 255

#### Pesquisa: Ocorrência de acidentes com serpentes peçonhentas na região

Esta atividade pode ser complementada pelas atividades 8 e 9, da seção *Trabalhando com gráficos* (p. 260). Os alunos deverão pesquisar sobre:

- a(s) espécie(s) que responde(m) pela maioria dos acidentes;
- as características da espécie: hábitos, alimentação, reprodução;
- em que condições esses acidentes geralmente acontecem;
- quais as consequências da mordida e que providências devem ser tomadas;
- o que pode ser feito para se evitar acidentes e, ao mesmo tempo, conservar as populações locais de serpentes.

As fontes consultadas devem ser citadas.

### Temas abordados: comentários e aprofundamentos

#### Página 247

##### Amniotas

Segundo propostas recentes e com grande aceitação no meio científico, os amniotas constituem um grupo monofilético que deve ter surgido há cerca de 300 milhões de anos.

Na diversificação dos amniotas primitivos, surgiram três padrões distintos de uma abertura na região temporal do crânio.

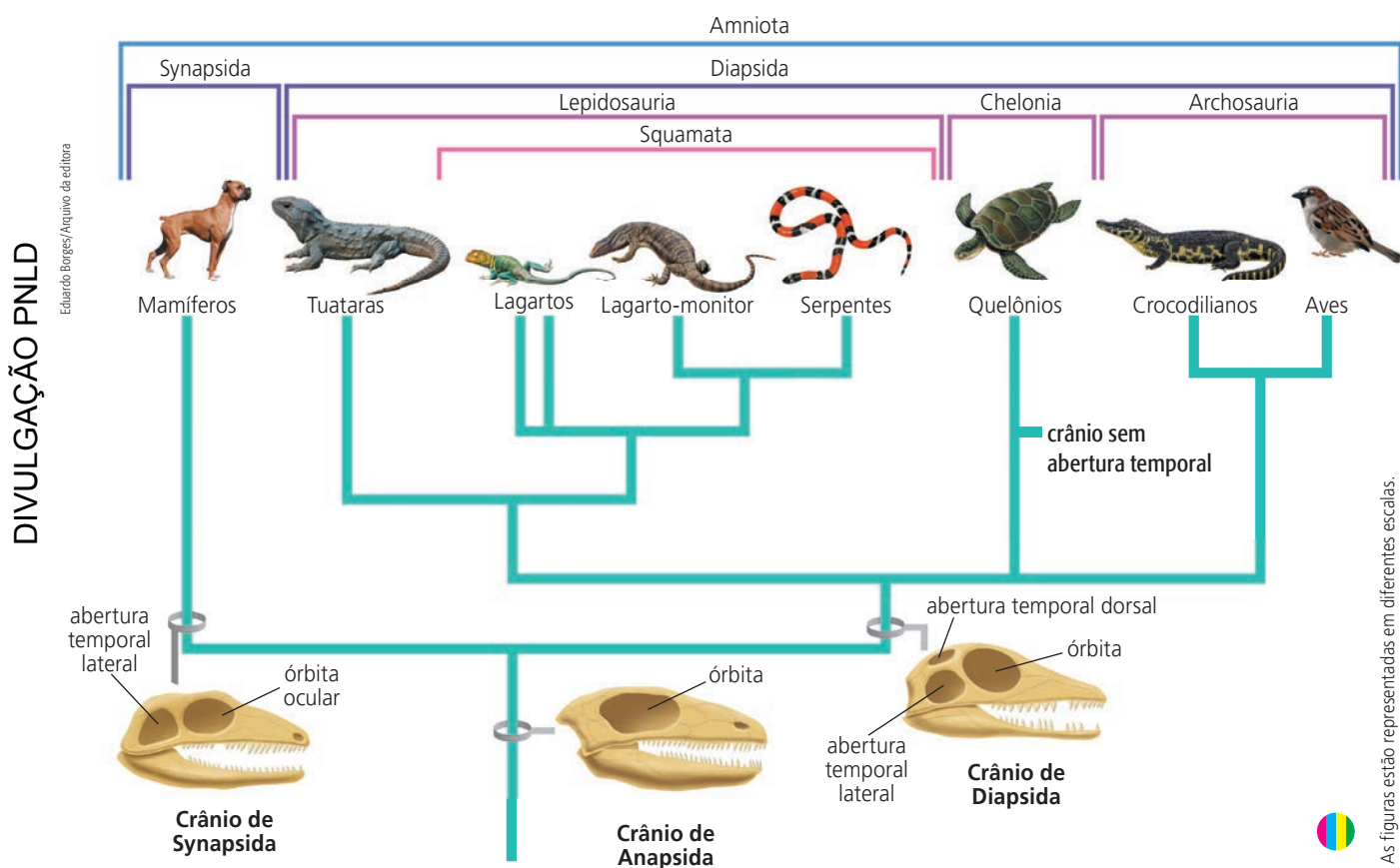
O grupo Anapsida não apresenta tal abertura, existindo no crânio apenas duas aberturas: as órbitas oculares. Essa condição estava presente nos amniotas primitivos e está presente em um grupo atual, os quelônios, que, no entanto, deve ter apresentado essa característica secundariamente. Isso significa que os quelônios se originaram de ancestrais que possuíam a abertura temporal.

O grupo Diapsida possui dois pares de aberturas temporais. Essa condição está presente nos répteis atuais, com exceção dos quelônios e das aves.

O grupo Synapsida caracteriza-se pela presença de um par de aberturas temporais. Os mamíferos são os representantes atuais desse grupo.

Qual é o significado evolutivo desses padrões de crânio em amniotas? As aberturas temporais do crânio estão associadas com músculos faciais que promovem maior abertura oral do que os anapsídeos. Na evolução de Diapsida e Synapsida houve grande diversificação em relação aos tipos de alimentos consumidos pelos animais. Assim, esse caráter é importante no entendimento das relações evolutivas entre os amniotas.

Veja no cladograma a seguir proposta de relações evolutivas entre amniotas.



Fonte:  
HICKMAN Jr., C. P. et al. *Integrated principles of Zoology*. 15 ed. New York: McGraw-Hill, 2011, p. 476.

## Página 249

### Circulação sanguínea nos répteis

Merece atenção o esquema que representa a circulação sanguínea nos répteis. A legenda menciona que o esquema é simplificado, porque estão representados apenas o coração e os pontos de partida e chegada dos grandes vasos. Pretende-se que os

alunos percebam que, nos répteis, há dois arcos aórticos que se cruzam e depois voltam a se encontrar, e que ocorre dupla circulação: a pulmonar e a sistêmica. Optamos por um esquema simplificado, pois o objetivo é que os alunos entendam, em linhas gerais, o circuito que o sangue percorre no corpo de um réptil não crocodiliano, sem, no entanto, abordar detalhes anatômicos.

Os alunos devem compreender que, apesar do septo que separa os dois ventrículos ser incompleto, ocorre pouca mistura de sangue rico e pobre em gás oxigênio no coração, pois existem pregas especiais no interior do ventrículo e válvulas separando os átrios do ventrículo que atuam dificultando a mistura de sangue. Como resultado, o sangue é bombeado para vasos diferentes: um arco aórtico recebe sangue oxigenado e o outro, sangue parcialmente oxigenado.

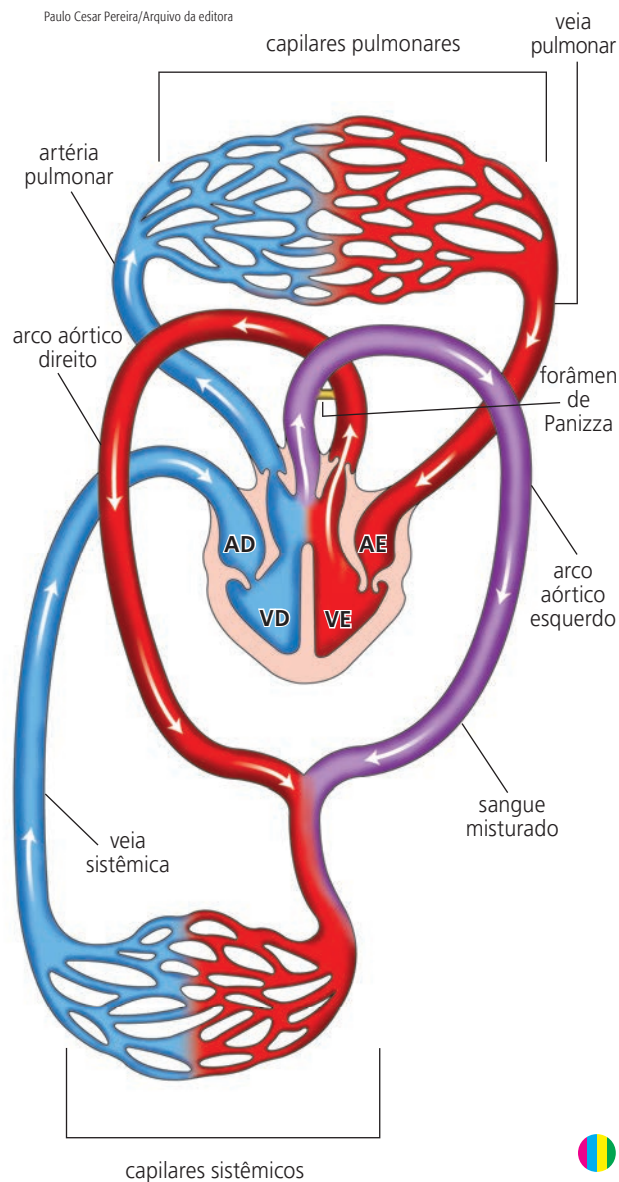
A interpretação de um esquema extremamente simplificado não pode ser literal. Partindo do coração, as artérias se ramificam, chegando a todas as partes do corpo; o mesmo acontece com as veias, que se unem nas veias sistêmicas, uma trazendo sangue da região da cabeça e outra do corpo. Assim, não há passagem de sangue pobre em oxigênio apenas em um lado ou região do corpo.

Considerando os objetivos do capítulo, optamos por não apresentar em detalhes a anatomia do coração dos répteis não crocodilianos e a comparação com a circulação sanguínea nesse grupo específico. A seguir, alguns subsídios sobre o tema, caso considere pertinente comentar com os alunos.

O coração dos crocodilianos possui dois ventrículos completamente separados, ao contrário do que se observa nos demais répteis. De cada ventrículo parte um arco aórtico, que se cruzam: o arco aórtico direito parte do ventrículo esquerdo e o arco esquerdo parte do ventrículo direito. No ponto onde os arcos aórticos se cruzam existe uma pequena estrutura que promove a comunicação entre esses dois vasos: é o chamado forâmen de Panizza.

Quando um crocodiliano está em repouso, o arco aórtico esquerdo recebe sangue desoxigenado proveniente do ventrículo direito e o arco direito recebe sangue oxigenado proveniente do ventrículo esquerdo. O arco aórtico direito se divide em dois, levando sangue rico em  $O_2$  para a região da cabeça e para a região posterior do corpo. Em um ponto da região posterior do corpo, os arcos aórticos direito e esquerdo se encontram, e ali ocorre mistura de sangue rico e pobre em  $O_2$ .

No repouso, o sangue não flui pelo forâmen de Panizza. Isso ocorre porque, com a contração dos ventrículos, a pressão sanguínea nos dois arcos aórticos é a mesma.

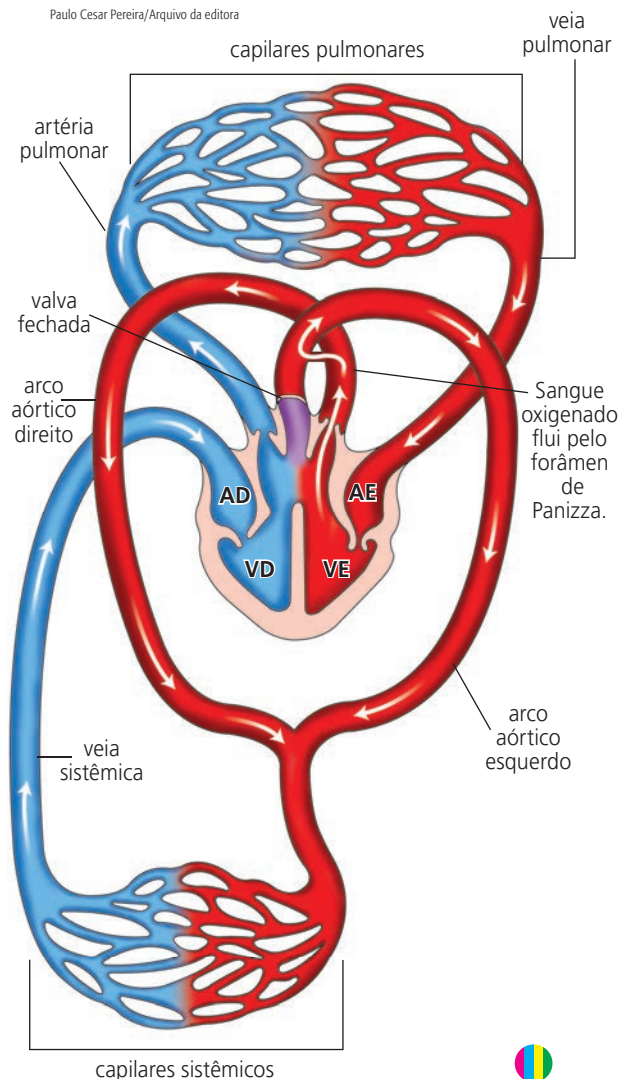


▲ Esquema ilustrando a circulação sanguínea em um réptil crocodiliano, durante repouso.

Quando um crocodiliano está em atividade, o ventrículo esquerdo bombeia sangue com mais força que o ventrículo direito. Isso faz com que a pressão sanguínea no arco aórtico direito seja maior do que no arco esquerdo e o sangue oxigenado passa pelo forâmen de Panizza e, conseqüentemente, entra no arco aórtico esquerdo. A valva que separa o ventrículo direito e o arco aórtico esquerdo se fecha. Assim, os dois arcos aórticos passam a conduzir sangue rico em  $O_2$ . Esse ajuste anátomo-fisiológico permite que músculos e outros órgãos do corpo recebam de forma mais eficiente sangue oxigenado, o que é fundamental durante a locomoção e o ataque a uma presa, por exemplo.



Paulo Cesar Pereira/Arquivo da editora



Esquema ilustrando a circulação sanguínea em um réptil crocodiliano, durante atividade.

Uma terceira condição na circulação dos crocodilianos se observa quando eles estão submersos, ou seja, durante o mergulho.

Nesse momento, não há entrada de ar nos pulmões e como consequência há constrição da artéria pulmonar, que parte do ventrículo direito. Com menor volume de sangue sendo bombeado para a artéria pulmonar, a pressão do sangue dentro do ventrículo direito aumenta. O sangue desoxigenado ali contido é então lançado no arco aórtico esquerdo (que também parte do ventrículo direito). Nessa condição, apesar do volume de sangue desoxigenado percorrendo o corpo, a circulação do sangue promove aquecimento dos membros do corpo, o que é fundamental para a regulação térmica em situação de mergulho.

Fonte:

POUGH, F. H.; HEISER, J. B.; MCFARLAND, W. N. *A vida dos vertebrados*. 2. ed. São Paulo: Ed. Atheneu, 1999, p. 395.

## Página 254

### Serpentes peçonhentas

Existem características que são tradicionalmente usadas para a distinção entre serpentes peçonhentas e não peçonhentas. No entanto, não se recomenda confiar nessas características, pois são muitas as exceções. Veja alguns exemplos:

- › Formato da cabeça: as corais verdadeiras são peçonhentas e possuem cabeça arredondada, enquanto as sucúris e as jiboias não são peçonhentas e possuem cabeça triangular; assim, não se pode dizer que a presença de cabeça triangular é típica das serpentes peçonhentas.
- › Escamas: as corais verdadeiras, as cascavéis e as surucucus possuem placas na cabeça e são peçonhentas; as jiboias não são peçonhentas e possuem escamas pequenas na cabeça; assim, não se pode dizer que a presença de escamas pequenas na cabeça e no corpo é uma condição das serpentes peçonhentas.
- › Olhos: as corais verdadeiras possuem pupila arredondada, enquanto algumas não peçonhentas, como a jiboia e a sucúri, possuem pupila em fenda vertical; assim, não se pode dizer que pupila em fenda é característica das serpentes peçonhentas.
- › Fosseta loreal: embora não se conheça cobra não peçonhenta com fosseta loreal, a coral verdadeira, que é peçonhenta, não possui fosseta loreal.
- › Cauda: várias espécies de serpentes não peçonhentas possuem cauda curta, enquanto algumas peçonhentas possuem cauda longa: jararaca, jararaca-cinzenta, caíçara, por exemplo; assim, não se pode dizer que cauda curta é característica de serpente peçonhenta.
- › Hábitos: algumas serpentes não peçonhentas, como a jiboia e a sucúri, possuem hábitos noturnos, enquanto algumas peçonhentas possuem hábitos diversos; assim, não se pode dizer que todas as serpentes peçonhentas têm hábito noturno.

## Respostas às atividades

### Revedo e aplicando conceitos

2. a) O “focinho” do crocodilo é relativamente mais estreito e pontudo que o do jacaré e do aligátor, que é mais largo e arredondado. O gavial, por sua vez, apresenta o “focinho” muito estreito e alongado.

6. A anfisbena é um réptil e a cecília, um anfíbio. As características que cecílias e anfisbenas compartilham estão relacionadas ao hábito de vida comum: são animais escavadores, de vida subterrânea. A forma da cabeça ajuda na abertura de galerias no solo e a forma do corpo facilita a locomoção, diminuindo o atrito com as paredes do túnel. A visão não é muito desenvolvida, mas existem outros sentidos bem apurados, que permitem a esses animais a localização de presas e a orientação espacial no ambiente subterrâneo. Outros animais de hábito escavador também possuem morfologia semelhante, como as serpentes escavadoras e algumas espécies de lagartos ápodos (*a* = sem; *podes* = pernas). As semelhanças morfológicas param aí. Trata-se de um caso de convergência evolutiva, que será abordado no volume 3 desta coleção. As diferenças baseiam-se nas características dos grupos a que pertencem.

7. Em 1899, o governo paulista adquiriu a Fazenda Butantan, área localizada na cidade de São Paulo, para montar um laboratório de produção de soros. Na época, um grave surto de peste bubônica atingia a população de Santos e a finalidade do Instituto Serumtherápico, como passou a ser chamado em 1901, era a produção de soro contra a peste. O primeiro diretor do instituto foi o médico Dr. Vital Brazil Mineiro da Campanha.

Sob o comando de Vital Brazil, uma variedade de soros e vacinas passaram a ser produzidos ali, inclusive os soros para acidentes com animais peçonhentos. Além da produção, ali também passou a ser um local de pesquisas científicas.

Atualmente, o Instituto Butantan é reconhecido em todo o mundo por sua produção científica e por sua produção de soros e vacinas.

Na proposta de apresentação desta atividade – por meio de quadrinhos, teatro, canção ou animação – podem ser envolvidos os professores das áreas de Língua Portuguesa e Arte.

Sugerimos também ampliar a atividade envolvendo a área de História: os alunos podem pesquisar a respeito do contexto político e social do Brasil no início do século XX, época da criação do Instituto Butantan. Os alunos podem iniciar a pesquisa procurando responder, por exemplo, quais as principais doenças que afligiam a população brasileira e quais as condições de vida que facilitavam a ocorrência de surtos graves dessas doenças.

Fonte:

Instituto Butantan. Disponível em: <<http://www.butantan.gov.br>>. Acesso em: 04 maio 2016.

### Trabalhando com gráficos

8. A = gênero *Bothrops* (jararaca); B = gênero *Micrurus* (coral-verdadeira); C = gênero *Crotalus* (cascavel); D = gênero *Lachesis* (surucucu).

A jararaca, a cascavel e a surucucu possuem cabeça triangular e fosseta loreal, características ausentes na coral-verdadeira.

A descrição das características de cada gênero está nas páginas 255 e 256.

9. As queimadas, por exemplo, reduzem a área do *habitat* das serpentes, que não raro se refugiam em paíóis, celeiros e casas no campo. Utilizar botinas ou perneiras, proteger as mãos com luvas de aparas de couro ao remexer folhas secas ou lenha, manter os terrenos limpos e evitar desmatamentos e queimadas são algumas atitudes de prevenção a esses acidentes.

### Questões do Enem e de vestibulares

10. b) Na estação quente, o aumento da temperatura ambiente está relacionado ao aumento da temperatura corpórea do jabuti e, consequentemente, com o aumento de seu metabolismo, tornando o animal mais ativo do que na estação fria.

11. b) A exposição prolongada à luz solar intensa poderia provocar aumento excessivo da temperatura corpórea do lagarto, trazendo prejuízos ao seu metabolismo e podendo levar o animal à morte. Altas temperaturas levam à desnaturação de proteínas. Nas horas muito quentes do dia, os répteis, em ambiente natural, podem procurar lugares sombreados para evitar esse tipo de situação.

14. a) A aquisição de mandíbula está relacionada com a diversificação, na evolução dos vertebrados, dos alimentos consumidos, o que permitiu a irradiação de grupos para diferentes nichos ecológicos.

14. b) O surgimento de quatro pernas está relacionado com a locomoção em meio terrestre. O âmnio permite o desenvolvimento embrionário em meio líquido, isolado do ambiente externo. Isso criou independência do meio aquático para a reprodução e maior proteção dos embriões.

15. a) Parte da energia disponível nos alimentos consumidos pelos animais endotérmicos mantém seus mecanismos de regulação de calor, o que não ocorre com os ectotérmicos. Logo, animais ectotérmicos não dependem tanto quanto os endotérmicos de energia obtida dos alimentos para manutenção de sua temperatura corporal.

## CAPÍTULO 16

### Aves e mamíferos

### Comentários gerais

Neste capítulo apresentamos as duas classes de vertebrados que se caracterizam pela homeotermia e pela endotermia. No entanto, é comum a concepção errônea, entre os alunos e pessoas leigas, de que as aves seriam “mais primitivas” que os mamíferos. Os dois grupos se originaram a partir de distintas linhagens já extintas de répteis. A origem das aves,

consideradas atualmente como descendentes da mesma linhagem de répteis a qual pertenciam os dinossauros, foi discutida no capítulo anterior. A origem evolutiva dos mamíferos é tema de um texto na seção *Vamos criticar o que estudamos?*, na página 276.

Seguindo a abordagem predominante no estudo dos seres vivos proposto nesta coleção, as aves e os mamíferos são apresentados com enfoque adaptativo, em texto ricamente ilustrado. Algumas ordens de cada classe foram destacadas para dar ideia da diversidade.

Conforme comentado no capítulo anterior, os famosos pterossauros, que existiram na Era Mesozoica, não são ancestrais das aves nem apresentam com elas parentesco evolutivo próximo. A estrutura das asas e as características do voo eram muito distintas, de acordo com as evidências fósseis. Assim, o mais provável é que adaptações ao voo tenham surgido mais de uma vez, e de forma independente, na história evolutiva dos animais.

É importante notar que, em meio à diversidade de mamíferos, estão os primatas, ordem que abriga a espécie humana, tema que inicia o volume 3 desta coleção – o ser humano: fisiologia e saúde.

## Sugestões de atividades complementares

### Página 268

#### Pesquisa: Conhecendo mais sobre uma ave

Os alunos podem se organizar em duplas e escolher uma espécie de ave para buscar mais informações sobre ela. Pode ser uma ave comum na região onde moram e/ou que lhes desperte curiosidade. Os alunos podem pesquisar tópicos, como:

- › nomes populares pelos quais a espécie é conhecida;
- › suas principais características e comportamentos;
- › quais são as características do *habitat* onde ela vive;
- › quais são as presas e/ou os predadores, ou seja, sua posição na teia alimentar;
- › saberes populares regionais, fatos folclóricos e curiosidades a respeito da espécie;
- › se está em perigo de extinção;
- › que medidas individuais e/ou coletivas podem garantir a conservação da espécie na região.

Ao final das pesquisas, a turma pode montar um painel representando ambientes e onde vivem as aves – algumas espécies vivem junto ao chão, outras passam a maior parte do tempo em cima de árvores.

Como proposta de avaliação, os alunos podem fazer uma revisão dos conceitos abordados no capítulo estabelecendo relações entre características gerais das aves e o que foi pesquisado a respeito da espécie escolhida.

### Página 269

#### Debate: Tráfico de animais silvestres

Proponha aos alunos uma discussão a respeito da importância da proibição do tráfico de animais, valorizando a preservação das diferentes formas vivas, condição importante para o equilíbrio ecológico dos ecossistemas, assim como o respeito à legislação ambiental. Na aula anterior ao debate, solicite aos alunos que busquem informações sobre o tema, lendo reportagens de jornais, revistas e sites.

No dia do debate, os alunos podem se reunir em pequenos grupos e em cada um deve-se propor a discussão. Eles devem refletir e opinar sobre tópicos como os seguintes:

- › por que existe o tráfico de animais silvestres?
- › qual é o papel do cidadão/consumidor no combate ao tráfico de animais silvestres?
- › quais são os impactos ambientais dessa atividade criminosa?
- › quais ações poderiam desmotivar os traficantes?

Ao final, cada grupo apresenta às outras equipes suas conclusões. Você pode anotar os pontos principais no quadro.

Espera-se que os alunos percebam que, além da fiscalização governamental, é fundamental que as pessoas não comprem animais e plantas obtidos pelo tráfico. Entre as ações necessárias para acabar com o tráfico de animais silvestres, podem ser propostas campanhas intensas de esclarecimento à população, o aumento da fiscalização e ações de desenvolvimento sustentável em comunidades onde o tráfico se torna uma fonte ilegal de renda.

Sugerimos como fontes de consulta os seguintes sites:

Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade, Ministério do Meio Ambiente. Disponível em: <<http://www.icmbio.gov.br/portal/>>.

Rede Nacional de Combate ao Tráfico de Animais Silvestres - Renctas. Disponível em: <<http://www.renctas.org.br>>.

WWF Brasil. Disponível em: <<http://www.wwf.org.br>>.

Acessos em: 28 abr. 2016.

### Página 273

#### Pesquisa: Mamíferos ameaçados de extinção na região

Oriente os alunos no sentido de enfatizarem alguns exemplos da fauna brasileira e, se houver, animais da região onde fica a escola. Importante



também é a valorização das ações destinadas a evitar a extinção de espécies. A pesquisa pode ser feita consultando jornais, revistas e *sites*, e entrevistando ambientalistas.

## **Página 277**

### **Proposta interdisciplinar: O que pássaros e aviões têm em comum?**

Com base nos textos apresentados na página 277 do livro, este tema pode originar um projeto de trabalho interdisciplinar realizado em conjunto com a disciplina de Física. Para compreender o voo das aves, é preciso conhecer certos princípios da Física, como densidade relativa, empuxo, pressão e força. Os alunos poderão descobrir, ao final do projeto, que os aviões modernos e os pássaros possuem características em comum associadas ao voo, como é o caso do formato aerodinâmico das asas.

## **Temas abordados: comentários e aprofundamentos**

### **Página 263**

#### **Circulação sanguínea nas aves e nos mamíferos**

Assim como no capítulo anterior, merece atenção especial o esquema que representa a circulação sanguínea das aves e a dos mamíferos. A legenda menciona que o esquema é simplificado porque estão representados apenas o coração e os pontos de partida e chegada dos grandes vasos. A interpretação do esquema não deve ser literal. Pretende-se que o aluno perceba que, nas aves, a artéria aorta possui uma curvatura para o lado direito, enquanto nos mamíferos essa curvatura é para o lado esquerdo.

O aluno também deve verificar que, em ambos os casos, os ventrículos direito e esquerdo são completamente separados e não ocorre mistura de sangue rico e pobre em gás oxigênio no coração. Assim como nos répteis, a circulação das aves e dos mamíferos é dupla. Partindo do coração, as artérias se ramificam, chegando a todas as partes do corpo; o mesmo acontece com as veias, que se unem na veia cava. Dessa forma, não há passagem de sangue apenas em um lado do corpo.

### **Página 266**

#### **As penas e as aves aquáticas**

As aves aquáticas apresentam adaptações ao voo e também ao nado, como as membranas entre os dedos dos pés e as penas impermeabilizadas, que impedem que o animal fique encharcado e mais denso que a água.

Um pato lavado com detergente teria grande dificuldade de flutuar na água. O detergente retira a substância oleosa produzida pela glândula uropigiana, que é espalhada, com auxílio do bico, pelas penas. Essa é uma informação interessante para ser comentada com os alunos, para que eles avaliem o impacto ambiental causado pela poluição das águas por detergentes, que infelizmente é um fato comum em rios próximos a algumas cidades ou alguns tipos de indústrias.

Além da ação dos detergentes no meio, muitas aves aquáticas morrem em função de acidentes como vazamento de óleo ou petróleo por embarcações, pois esses materiais aderem às penas, tornando o corpo da ave mais denso e impossibilitando movimentos. Neste caso, as aves resgatadas são submetidas à lavagem das penas para retirada da substância oleosa, além de outros procedimentos para salvar sua vida.

### **Página 268**



#### **PENSE E RESPONDA**

#### **As aves ratitas**

As evidências indicam que as ratitas se originaram de um grupo ancestral cujas populações coexistiam na época da Pangeia, uma grande massa continental única. Com a fragmentação desse continente, a partir de 250 milhões de anos atrás, populações desse grupo ancestral das ratitas ficaram geograficamente isoladas. Com o passar do tempo, os indivíduos das populações isoladas tornaram-se muito diferentes, passando a compor táxons distintos. Essa hipótese está de acordo com a teoria da tectônica de placas.

### **Página 270**



#### **PENSE E RESPONDA**

#### **Regulação térmica em mamíferos**

a. O ar é um bom isolante térmico. Entre os fios de lã de uma blusa ou um cobertor, por exemplo, existe ar, que funciona como uma camada isolante impedindo que o ar aquecido junto à pele seja dissipado rapidamente para um ambiente de menor temperatura. O mesmo princípio se aplica à pelagem dos mamíferos: entre os pelos, o ar fica aprisionado, dificultando a perda de calor para o ambiente.

c. Há dois tipos de tecido adiposo: o marrom e o branco. Nos mamíferos com panículo adiposo desenvolvido, a gordura marrom é abundante.

A gordura marrom é formada por células pequenas, cheias de gotículas em seu citoplasma, além de numerosas mitocôndrias. Esse tipo de tecido adiposo é chamado multilocular e sua cor parda resulta da rica vascularização desse tecido.

Com tais características, a gordura marrom é um tecido que produz grande quantidade de calor. Por isso, esse tecido é fundamental no equilíbrio térmico dos mamíferos, principalmente naqueles que hibernam, como os ursos.

No ser humano, a gordura marrom é abundante no corpo dos bebês, estando presente na região do pescoço, por exemplo. Ao longo do crescimento, a quantidade de gordura marrom vai sendo reduzida.

A partir da infância, o tecido adiposo mais abundante no corpo humano passa a ser o unilocular, cuja principal função é o armazenamento de gordura. É também conhecido por gordura branca e participa da manutenção da temperatura corporal, pois a gordura atua como isolante térmico.

Em mamíferos aquáticos como golfinhos e peixes-boi não há participação dos pelos na regulação térmica, mas o panículo adiposo exerce função no equilíbrio térmico. Além disso, alterações na circulação periférica são capazes de modificar o isolamento térmico propiciado pelo tecido adiposo. Nas nadadeiras desses animais há conjuntos de veias próximas a artérias. Tal arranjo resulta na transferência de energia térmica entre o sangue desses vasos.

## Página 278

### Leitura

#### Biogeografia

A teoria da tectônica de placas foi formulada na metade do século XX, retomando a teoria da deriva continental proposta por Alfred Wegener, algumas décadas antes.

Segundo a tectônica de placas, a crosta terrestre e a parte superior do manto formam a litosfera, que não é contínua. É formada por placas, que apresentam deslocamento causado pelo manto viscoso sobre o qual essas placas se localizam.

Ao se deslocarem, placas tectônicas vizinhas podem colidir, deslizar lateralmente ou afastar-se uma da outra. Esses processos resultam em fenômenos como vulcanismo e abalos sísmicos, além de modificações no relevo.

Fonte:

TEIXEIRA, W. et al. *Decifrando a Terra*. 2. ed. São Paulo: Companhia Editora Nacional, 2009.

## Respostas às atividades

### Revendo e aplicando conceitos

**8. c)** Baleia: ordem dos cetáceos. São mamíferos exclusivamente aquáticos, com membros anteriores transformados em nadadeiras e membros posteriores ausentes. O corpo é praticamente desprovido de pelos e sem glândulas sudoríparas ou sebáceas. Além da baleia, fazem parte dessa ordem os golfinhos.

Girafa: ordem dos artiodáctilos, nome que deriva do latim *dactylos* – “dedos”. Grupo muito diversificado de animais mamíferos com cascos e número par de dedos.

Elefante: ordem dos proboscídeos, nome que deriva do grego *proboskis* – “tromba”. É constituída por uma única família vivente, a dos elefantes. São animais herbívoros de grandes dimensões, dotados de tromba.

Ser humano: ordem dos primatas, grupo que é formado pelos popularmente denominados macacos, lêmures, társios e seres humanos. Entre as características que definem a ordem, estão os cinco dedos, sendo o polegar oponível.

### Trabalhando com gráficos

**14.** O sapo, animal pecilotermo, apresenta variação na temperatura corpórea em resposta à temperatura do ambiente. Quanto maior a temperatura ambiente, maior a temperatura corpórea do anfíbio, pois ele é ectotermo: não consegue manter sua temperatura interna constante através de seu metabolismo. O canário é um animal homeotermo e endotermo, o que significa que sua temperatura corpórea é mantida constante por mecanismos endógenos, e independe das variações da temperatura ambiente.

### Questões do Enem e de vestibulares

**18. c)** A hibernação envolve a redução da taxa metabólica, da frequência cardíaca e respiratória, entre outras funções. O animal fica em estado letárgico e sua temperatura corpórea é reduzida. A vantagem da hibernação é que o animal não gasta muita energia na tentativa de manter sua temperatura corpórea elevada, o que se torna mais difícil quando os invernos são muito frios.





ISBN 978-85-8319-121-6



9 788583 191216